Beiträge zur Kenntniss der Stacheln von

Trygon und Acanthias.

Inaugural-Dissertation,

der

Hohen philosophischen Fakultät

der

Grossherzoglichen Landes-Universität Rostock

zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

von

Paul Ritter

pract. Zahnarzt

zu

BERLIN.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Berlin S.W.

Druck von Margarethe Jedeck.

Referent: Herr Prof. Dr. Seeliger.

Dem

Wirklichen Geheimen Ober-Regierungsrath

Herrn D. Dr. Karl Schneider,

Ritter höchster Orden,

in vorzüglichster Hochachtung und dankbarster Verehrung

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552717_0009

Quellen-Angabe.

1. **Agassiz**, L., Recherches sur les poissons fossiles, V. 3, 1833—43.
2. **Baume**, Lehrbuch der Zahnheilkunde, Leipzig 1885.
3. **Benda**, C., Die Dentinbildung in den Hautzähnen der Selachier, Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XX, S. 246.
4. **Derselbe**, Neue Härtungs-Methoden. Verh. der Anat. Ges. in Würzburg 1888, Anat. Anzeiger, III. Jahrg., No. 23—25.
5. **Derselbe**, Eine neue Färbe-Methode, in: „Zur Lehre von den Geschwülsten der Rückenmarkshäute, von A. Fränkel, nebst patholog.-anat. Bemerkungen von C. Benda".
   D. Med. Wochenschrift No. 28—30. 1898.
6. **Brandt**, L., Klinik der Krankheiten der Mundhöhle, Kiefer und Nase, Heft 2, Empyeme und Cysten. August Hirschwald, Berlin 1898.
7. **Bronn**, H. G., Lethaea geognostica 1851—52.
8. **v. Brunn**, A., Ueber die Ausdehnung des Schmelzorganes und seine Bedeutung für die Zahnbildung.
   Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 29, S. 367.
9. **Derselbe**, Über dasselbe Thema im: Tageblatt der 59. Vers. Deutscher Naturf. und Ärzte zu Berlin 1886.
10. **Carlsson**, A., Über die Zahnentwicklung bei einigen Knochenfischen, in: Zool. Jahrb. V 8, Anat., p. 217—244, 1894.

10a. **Claus**, C., Lehrbuch der Zoologie, Marburg 1897.

11. **Duméril**, A., Histoire naturelle des poissons, 1865.
12. **v. Ebner**, V., Histologie der Zähne mit Einschluss der Histogenese, in: Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde, Bd. 1, Wien 1891.
13. **Friedmann**, **Emil**, Beiträge zur Zahnentwicklung der Knochenfische. — Schwalbes morphol. Arbeit., VII. 3, 1897.
14. **Gegenbaur**, Untersuch. z. vergl. Anat. der Wirbelthiere, Heft III, 1872.
15. **Hannover**, A., Om Bygningen og Udviklingen af Skjael og Pigge hos Bruskfisk, in: Dansk. Vid. Selsk. Skr., naturv. og. math. Afd., V. 7, Kopenh. 1867.

16. **Harless, E.**, Über den Zahnbau von Myliobates und dem verwandten Rochen Trikeras, in: Abhdlg. der math.-phys. Classe d. K. Bayr. Acad. d. Wissensch., München, Bd. V, Abth. 3, 1847.
17. **Heincke, Fr.**, Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbelthiere, in: Zeitschr. für wiss. Zool. V. 23, 1873.
18. **Hertwig, O.**, Über Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier, in: Jena. Zeitschr., Bd. 8, p. 331, 1874.
19. **Derselbe**, Über das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XI, Suppl.-Heft, 1874.
19a. **Hertwig, R.**, Lehrbuch der Zoologie, Jena 1897.
20. **Hubrecht, A. A. W.**, Die Fische, in: Bronn, Classen und Ordnungen des Thierreichs, V. 6, Abth. 1, Lief. 1—4, 1876—85.
21. **Jaekel, O.**, Über Flossenstacheln oder Ichthyodorulithen im Allgemeinen, in: S. B. Ges. Naturf. Freunde, Berlin 1890, p. 119—131.
22. **Klaatsch, H.**, Über die Herkunft der Scleroblasten, Leipzig 1894, W. Engelmann.
23. **Leydig, F.**, Beiträge zur mikrosk. Anat. u. s. w. der Rochen und Haie, Leipzig 1852, p. 82. — Lehrbuch der Histologie, p. 94, Hamm, 1857.
24. **Markert, F.**, Die Flossenstacheln von Acanthias. Ein Beitrag zur Kenntniss der Hartsubstanzgebilde der Elasmobranchier. Zool. Jahrb. IX. Bd. 1896.
25. **Mayer. P.**, Die unpaaren Flossen der Selachier. — Mitth. der Zool. Stat. Neapel, VI, 6, 1886.
26. **Meyer, H.**, Über den Bau der Haut von Dasypus und der Stacheln von Raja, in: Mitth. der Naturf. Ges. in Zürich, I. Bd. Zürich 1849.
27. **Morgenstern, Michael**, Die Zahnbildung unter dem Einfluss funktioneller Reize. Odont. Bl. No. 1 u. 15, 1898.
27a. **Müller, J.** und **Henle, J.**, System. Beschr. der Plagiostome, Berlin 1841.
28. **Quenstedt, F. A.** Handbuch der Petrefactenkunde, 3. Aufl. 1885.
29. **Röse, C.**, Über die verschiedenen Abänderungen der Hartgewebe bei niederen Wirbelthieren. Anat. Anz. XIV. Bd. 1, 2, 3, 1897.
30. **Derselbe**, Über die Zahnentwicklung von Chlamydoselachus anguineus, in: Morphol. Arb. (Schwalbe) V. 4, 1895.
31. **Derselbe**, Das Zahnsystem der Wirbelthiere, in: Ergeb. Anat-Entw. V. 4, 1894.
32. **Rohon, J. Victor**, 1. Die obersilurischen Fische von Oesel. 2. Theil: Selachii, Dipnoi, Ganoidei, Pteruspidae, Cephalaspidae, in: Mém. Acad. Pétersbourg (7) Tome 41, No. 5.
33. **Thacher, J. K.**, Median and paired fins, in: Trans. Connecticut Acad., V. 3, p. 281—310, tab. 49—60. 1878.

34. **Tomes, Ch. S.**, Undescribel Forms of Enamel. Rec. 464, Odont. Bl. No. 15, 1898.

35. **Derselbe**, Structur und Entwicklung des Schmelzes bei den Elasmobranchiern. Philos. Transact., B. 1898. (Corresp.-Blatt f. Zahnärzte, Heft I, 1899.)

35a. **Williamson, W. C.**, On the microscopic structure of the Scales and dermal teeth of some Ganoid and Placoid Fish. In Philos. Transact. 1849, 4 Tafeln.

36. **Zittel, K. A.**, 1887—90, Handbuch der Palaeontologie, Palaeozoologie, V. 3.

37. **Zool. Jahresbericht**, herausgegeben von der Zoolog. Station in Neapel. 1896. (Referat über Markert's Arbeit.)

I. Historischer Theil.

Über die Entstehung der Zahnsubstanzen bei den Säugethieren, speciell beim Menschen, herrscht noch keine einheitliche Meinung, obgleich bekanntlich eine grosse Anzahl von Arbeiten auf dem Gebiete der Zahn-Histologie veröffentlicht sind.

Die letzten bedeutenderen Arbeiten über dieses Thema sind folgende:

Im Jahre 1886 hat auf der 59. Naturforscher-Versammlung von Brunn[9]) „über die Ausdehnung des Schmelzorganes und seine Bedeutung für die Zahnentwicklung“ nach Untersuchungen, welche er an weissen Ratten vorgenommen hatte, berichtet, dass sowohl die Schneidezähne überall (auch dort, wo sich später kein Schmelz bildet), als auch die Wurzeln sämmtlicher Backzähne (während ihrer ersten Anlage, bevor die Bildung von Odontoblasten erfolgt), einen Überzug von Schmelzepithel besitzen, woraus geschlossen werden muss, dass die allgemeine Bedeutung des Schmelzorganes eine formbildende ist“. — Diese vorläufige Mittheilung hat sodann von Brunn[8]) im „Archiv für mikroskop. Anatomie“ ausführlich begründet und klargelegt, wie das Schmelzorgan an dem in Entwicklung befindlichen Zahne über die Schmelzgrenze hinauswuchert und nach und nach den ganzen Zahnkeim bis zu der oder den Wurzelspitzen hin überkleidet. Und zwar verhält sich, führt von Brunn weiter aus, zeitlich das Vordringen des Schmelzorganes in diesen Regionen zur Differenzirung der bekannten Theile des Dentinkeimes ganz so, wie bei der Bildung der ersten Anlage des Zahnes: An jeder einzelnen Stelle ist die Bildung des Schmelzorganes des Primäre; — dann erst bildet sich an der inneren Seite die die Ab-

lagerung des Dentins einleitende Odontoblasten-Lage aus. Der Schmelzkeim erscheint demnach als dasjenige Gewebe der Zahnanlage, welches für die Form des späteren Zahnes massgebend ist. — von Brunn führt dann des Weiteren in seiner Arbeit die Thatsachen an, welche ihn zu den eben mitgetheilten Schlüssen geführt haben, und zwar zunächst betreffs der Säugethiere. Eine ähnliche Schilderung findet sich auch in der später angegebenen Arbeit bei O. Hertwig[19]) in Betreff der Zahnbildung bei verschiedenen Amphibien. — von Brunn giebt an, dass überall wo Dentin entsteht, vorher die mit dem Schmelzorgane in Verbindung stehende Epithelscheide existirt habe; — diese Bezeichnung für die nicht zur Schmelzbildung verwendete Epithelmasse rührt von Hertwig her. — Die sogenannte „Epithelscheide" giebt also, wie auch Brandt,[6]) gelegentlich einer Abhandlung über die Cysten, gleichfalls mittheilt, nach v. Brunns Untersuchungen die conditio sine qua non für die Bildung und Lagerung der Dentinzellen und somit des Dentins selbst. — Erst nach Erfüllung dieser Aufgabe wird die Epithelscheide durch das Alveolar-Periost in der Weise ausgelöst, das zunächst nur vereinzelte, später zahlreiche spindelförmige Zellen und Bindegewebsfasern das Gewebe durchziehen. —

Die Untersuchungen v. Brunn's haben durch die von Morgenstern[27]) erzielten Resultate eine wesentliche Ergänzung gefunden; derselbe hat an der Hand einer grossen Reihe von Thatsachen den Nachweis geführt, dass der Epithelscheide ausser der formbildenden eine gewebsbildende Funktion eigen sei. —

Röse, (s. Albrecht, Umschau, 1897, II, Odont. Blätter 1898, No. 15) schliesst aus dem Umstande, dass es Zähne giebt, welche keinen Schmelz besitzen, wohl aber ein Schmelz-Oberhäutchen, dass der Hauptzweck der Epithelscheide der sei, das Schmelz-Oberhäutchen zu bilden, welches zugleich eine Deckung für die Zahnbeinoberfläche darstellt. — Vom rein histologischen Standpunkte ist das Schmelz-Oberhäutchen den Cuticularbildungen zuzurechnen.

Waldeyer gab an, dass das Schmelz-Oberhäutchen von im Durchbruche begriffenen Zähnen eine Zusammensetzung aus

Zellen zeige. Dies beruht jedoch nach Ebner und Kollmann auf einer Verwechselung mit Resten des Schmelzorganes oder mit Epithelzellen des Kieferrandes; denn das Schmelz-Oberhäutchen, diese jetzt als „cuticula dentis“ bezeichnete, chemisch und mechanisch sehr widerstandsfähige Epithelbildung, ist bereits die äusserste homogene Schicht des Schmelzes und hängt mit der Kittsubstanz der Schmelzprismen zusammen, wenn die fertige Krone noch im Zahnsäckchen liegt.

Röse sagt ferner: „Bei Säugethieren wird die oberflächlichste Zahnbeinschicht vor der Ablagerung der Schmelzprismen häufig wieder resorbirt, und die Schmelzgrenze stellt dann eine grubige Fläche, oder auf Schliffen eine guirlandenähnliche, gezackte Linie dar. Dadurch wird eine festere Verbindung zwischen Zahnbein und Schmelz erzielt, in ähnlicher Weise wie auch die Epidermis der höheren Wirbelthiere durch Entwicklung der Papillen fester mit der Cutis verbunden wird. Immer aber findet sich zwischen Schmelz und Zahnbein eine scharfe Grenzlinie, genau ebenso wie zwischen Epidermis und Cutis“.

Tomes[35]) hat eine grosse Reihe von Hautzähnen von Fischen aus der Ordnung der Haie untersucht. (Referat aus dem Corresp.-Bl. f. Zahnärzte 1899. 1.) Er bedient sich einer Kollektion von Serienschnitten, die sein Vater und er während längerer Zeit gesammelt haben, nimmt aber auch frisches Material zur histologischen Untersuchung und zum Vergleich. — Die oberste Schicht der Zähne ist hauptsächlich Gegenstand seiner Untersuchung, diejenige Schicht, welche bei den Zähnen höherer Ordnung mit „Schmelz“ bezeichnet wird. Diese Schicht unterscheidet sich von wirklichem Schmelz durch drei Merkmale:

1. Es verlaufen Züge von Zahnbeingrundsubstanz durch dasselbe hindurch.
2. Es ist parallel mit der Oberfläche geschichtet, sodass auf Querschnitten eine Bandstruktur erscheint.
3. Zwischen den einzelnen Schichten findet man Hohlräume, welche mit den Dentin-Kanälchen anastomosiren.

Röse habe diese Schicht daher einfach für Dentin angesehen und sie „Vitrodentin“ genannt, eben weil Dentin-

kanälchen darin verlaufen, nnd weil es an Härte hinter Schmelz zurückstehe.

Tomes ist damit aber nicht einverstanden; er stellt fest, dass:

1. zwar die Härte des Schmelzes nicht erreicht sei, dass aber diejenige von Dentin bei Weitem übertroffen werde;
2. das Lichtbrechungsvermögen für Schmelz spreche;
3. Säuren diese Schicht bis auf geringe Reste auflösen, während bei Dentin eine knorpelige Grundsubstanz hinterbleibe;
4. bei fossilen Zähnen das Dentin eine braune Färbung annehme, während der Schmelz absolut weiss bleibe. Das hier in Frage stehende Gewebe bleibe ebenfalls weiss;
5. auch die Salze, die ihm die Härte geben, denjenigen des Schmelzes ähnlich erscheinen.

Verfasser kommt zu dem Schlusse, dass die äusserste Schicht der Selachier- und Ganoidzähne weder ganz mit dem Schmelz, noch mit dem Dentin zu vergleichen sei. Die organische Grundsubstanz werde nämlich von den Odontoblasten gebildet, die Hauptsubstanz aber, die anorganische, werde von den Ameloblasten geliefert. Es sei also ein Gewebe von zwiefachem Ursprung. — Er führt dies darauf zurück, dass wir es hier mit einer Vorstufe der Schmelzbildung, wie sie bei den Säugethieren vor sich gehe, zu thun haben. —

Bei letzteren sinke der epitheliale Zahnkeim tief in das Bindegewebe ein und habe Zeit, den Schmelz selbständig zu bilden. Bei jenen Selachiern aber sei das Schmelzorgan noch nicht differenzirt genug für diese Arbeitsleistung, es werde daher von dem Dentinkeim bei der Anlage von Schmelz unterstützt. — Trotzdem handle es sich um Schmelz, wenn auch in einer Uebergangsart, und nicht, wie Röse behaupte, um Dentin; denn von diesem sei die Deckschicht der Selachierzähne grundverschieden.

Noch nicht beschriebene Formen von Schmelz entdeckte Charles S. Tomes[34]) bei dem Riesenhai, Lamna. Das Dentin war an der Oberfläche rauh und sah aus, als ob es Gruben für die Aufnahme der Schmelzprismen habe; bei einigen

Arten von Selachiern erstreckten sich die sehr schnell dünner werdenden Fortsätze des Dentins in den Schmelz hinein. Im Schmelz fand Tomes ausserdem nicht weit vom Dentin Lakunen, in welche die Dentinröhrchen reichten und sogar bis zur Oberfläche des Schmelzes liefen, um dort frei zu enden; Röse hat die zuerst angeführten Thatsachen schon vorher gekannt; — ich habe seine Angaben (S. 3) bereits wiedergegeben.

Die Frage nach der Zahnbeinbildung liegt nach v. Ebner,[12]) welcher in Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde eine sehr gewissenhafte Zusammenstellung der Litteratur mit eigenen wichtigen Mittheilungen gegeben hat, z. Z. so, dass es noch immer unentschieden ist, ob das Zahnbein durch Ausscheidung, durch eine Art Secretions-Prozess, aus den Odontoblasten (Kölliker, Lent, Hertz, Kollmann, Wenzel, Löwe, Baume, Sudduth u. A.), oder durch direkte Umwandlung der Odontoblasten in Grundsubstanz (Waldeyer, Benda, L. Beale, Boll, Ch. Tomes, Klein, Walkhoff u. A.) entstehe.

In den einzelnen Punkten variiren die Ansichten; es würde zunächst jedoch hauptsächlich zu entscheiden sein, ob ganze Zellen sich in Grundsubstanz umwandeln, wie Waldeyer annimmt, oder ob dieselbe Odontoblasten-Schicht das ganze Zahnbein liefert, was Kölliker kurz als „Ausscheidung" bezeichnet. — Dass ganze Lagen von Odontoblasten mit Ausnahme ihrer mittleren Theile, welche zu Zahnfasern werden sollen, in Grundsubstanz umgewandelt werden, denen sich nach Waldeyer immer neue Lagen von Odontoblasten von der Pulpa her anschliessen, ist von allen anderen Autoren, bis auf Benda, in Abrede gestellt worden.

Eine andere Frage ist allerdings, wie das Zahnbein aus den Odontoblasten entsteht.

Ein einfacher Secretions-Prozess ist die Zahnbeinbildung, wie v. Ebner weiter ausführt, ebenso wenig wie die Bildung der Knochen-Grundsubstanz oder der Bindesubstanz an und für sich. Man müsste sich immerhin vorstellen, dass sich die Grundsubstanz mit ihren leimgebenden Fibrillen und den

folgenden Differenzirungen aus einer Umbildung von lebendem Protoplasma entwickelt, ohne dass einmal ein Stadium eines flüssigen und wirklich formlosen Secretes vorhanden gewesen ist. — Insofern ist der Umwandlungstheorie eine Berechtigung nicht abzusprechen, und dieser Meinung sind auch Legros und Magitot. (Legros et Magitot. Contribution à l'étude des dents, III. Journ. de l'anat. et de la physiol. 17. année 1881, p. 60.) —

Die Frage in Bezug auf die bei der Bildung von Zahngewebe in Betracht kommenden Membranen hat eine befriedigende Lösung noch nicht gefunden.

Während Einige unter dem Namen „Membrana praeformativa" ein vom Zahnkeime abhebbares Häutchen annehmen, fasst v. Ebner mit v. Brunn diese als eine homogene Oberflächen-Schicht auf, die sich dann in die erste Dentin-Schicht umwandelt. —

Huxley hat festgestellt, dass auch von der Oberfläche des sich entwickelnden Schmelzes, zwischen diesem und den Schmelzzellen, sich ein Häutchen abtrennen lasse, das, wie J. Tomes und Kölliker muthmassten, der äussersten Lage des in Bildung begriffenen Schmelzes entspricht. —

Die Zahnbeinentwicklung geht nach v. Ebner (l. c. p. 244) in folgender Weise vor sich: „Die äusseren protoplasmatischen Enden der Odontoblasten wandeln sich zunächst in eine fast homogen aussehende Masse um, welche mit der von den Nachbarzellen gelieferten zu einer gemeinsamen membranartigen Schicht zusammenfliesst (Membrana praeformativa). So entsteht eine oberflächlich homogene unverkalkte Zahnbeinanlage. Hierauf geht die Umwandlung des Protoplasmas der Odontoblasten so vor sich, dass nunmehr die peripheren Theile des Protoplasmas zu einer gleichmässigen Grundsubstanz zusammenfliessen, während die centralen Theile als Zahnfasern, bezw. Odontoblastenfortsätze, erhalten bleiben. In der zusammengeflossenen Masse (Grundsubstanz) treten dann erst noch weitere Differenzirungen auf, und zwar zunächst leimgebende Fibrillen, wie daraus geschlossen werden kann, dass das unverkalkte Zahnbein sofort doppelbrechend ist, während dies

an der Membrana praeformativa noch nicht der Fall ist. — Dann folgt die Verkalkung. — Wenn die Zahnbeinbildung einmal im Gange ist, so ist alle von den Odontoblasten neu gebildete Grundsubstanz sofort von den Fortsätzen der Odontoblasten durchsetzt.

Es giebt also in der fortschreitenden Dentin-Entwicklung nichts mehr, was einer membrana praeformativa entspräche. Dieselbe ist vielmehr als Vorstadium der äussersten, niemals von Zellfortsätzen durchsetzten Dentinschicht zu betrachten, die allerdings an der Krone in der Regel nicht erhalten bleibt; denn alsbald, wenn die Schmelzablagerung beginnt, werden in dem darunter liegenden Zahnbeine Gruben sichtbar, und die Odontoblasten-Fortsätze reichen bis an den Schmelz, also bis an die freie Oberfläche des Zahnbeines.“ —

Sehr eifrig beschäftig sich mit diesem noch nicht aufgeklärten Thema seit Jahren Morgenstern;[27]) nach ihm werden die Bildungszellen des Zahnbeines immerwährend bei der Dentinbildung verbraucht und durch neue Zellen ersetzt; — die langgestreckten, fälschlich als Odontoblasten bezeichneten Gebilde entstehen durch Aneinanderreihen und Verschmelzen dieser Zellen, und die Tomes'schen Fasern gehen aus Fasern und Zellfortsätzen hervor. — Förderung und Hemmung der Zahnbeinbildung vermuthete Morgenstern aus den nach der Geburt wirkenden funktionellen Reizen, als Saugen, Kauen, Greifen u. s. w. mit den Zähnen.

Bei diesen Schwierigkeiten ist es ganz besonders wichtig, wiederum auf die Urformen unserer Zähne durch Untersuchungen bei Wirbelthieren älterer Ordnungen zurückzugehen.

Bereits im Jahre 1872 bewies Gegenbaur,[14]) wie die in den niedersten Vertebraten noch ganz fehlende Knochensubstanz zuerst in der Haut sich entwickelt und dann von da aus allmählich die tieferen Theile des Organismus erreicht.

Die Placoidorgane der Selachier (Rochen und Haie) sind nach Gegenbaur diejenigen Bildungen, bei denen zum ersten Male sich wirkliches Knochen-Gewebe bildet. — Seit dieser Arbeit sind wir berechtigt, ja sogar verpflichtet, für alle die Hartgebilde betreffenden Fragen auf die Selachier zurückzugreifen.

Ausser Gegenbaur (Kopfskelett der Selachier) haben vorzugsweise Leydig,[23]) H. Meyer,[26]) Williamson[35a]) durch grössere Arbeiten auf diesem Gebiete bewiesen, dass bei den Haifischen die Zähne den Placoidschuppen homolog sind, wie man dies besonders beim jungen Haifische erkennt, wo der directe Übergang der Hautzähne in die Schleimhaut des Mundes deutlich sichtbar ist. Im Besonderen haben die genannten Forscher klargelegt, dass die Hartgebilde der Selachierhaut vollkommene Homologa der Zähne in derselben Ordnung darstellen, und dass wir aus diesem Grunde in ihnen die Anfangsglieder in der Entwicklungsreihe der Wirbelthierzähne erblicken dürfen. — Diese Beobachtung hat dann zuerst O. Hertwig[18]) in seiner Arbeit „Über Bau und Entwickelung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier“ verwerthet. — Er kam hauptsächlich zu folgenden Schlüssen: Bei den Zähnen der Selachier entwickeln sich die drei Zahnsubstanzen in genau der gleichen Weise, wie bei den Placoidschuppen die Schuppensubstanzen. „Das Schuppen- und Zahndentin entwickelt sich durch Ausscheidung von Zellen des mittleren Keimblattes, der Schuppen- und Zahnschmelz durch Ausscheidung von Zellen einer Schmelzmembran, die ihrerseits vom oberen Keimblatte abstammt, das Schuppen- und Zahncement durch eine Umwandlung von Bindegewebstheilen des Integuments und der Schleimhaut. —

Das Einzige, was Schuppen und Zähne in ihrer Entwicklung unterscheidet, ist der Umstand, dass die Anlagen der ersteren auf der freien Oberfläche der Haut, die Anlagen der letzteren in der Tiefe der Schleimhaut entstehen, an der Aussenseite einer Epithelleiste, welche von der Oberfläche her in die Tiefe hineingewuchert ist. —

Mit der geweblichen Ausbildung der Zähne, speciell mit der Schmelzbildung, steht die Einsenkung der Zahnanlagen in keiner direkten Beziehung. Dieselbe ist eine Einrichtung, welche durch den sehr lebhaften Ersatz der Zähne herbeigeführt worden ist. Die hinter der funktionirenden Zahnreihe befindliche Epithelleiste mit dem sie umgebenden Bindegewebe kann man gewissermassen als ein Organ betrachten,

welches neue Zahngenerationen erzeugt; und man darf dasselbe, weil es eine Leiste bildet, durch welche Zähne zum Ersatz entstehen, Ersatzleiste nennen. —

Weiterhin kann dieses Organ noch eine Nebenfunktion mit übernehmen, indem es auch auf die höhere Ausbildung des Schmelzes von Einfluss wird.“ —

Die Placoidschuppen und Zähne der Selachier also sind homologe Bildungen, d. h. sie sind aus einer ursprünglich vollkommen gleichen Uranlage durch Differenzirung entstanden. Damit bestätigt sich auch das Resultat, zu dem schon die Entwicklungsgeschichte der Mundhöhle führt, dass nämlich die Mundschleimhaut, ihrer Abstammung entsprechend, ein Theil des äussersten Integuments ist. —

In einer anderen Arbeit wurden, wie ich nebenbei erwähne, von O. Hertwig[19]) als Ausgangspunkt einer reichen Knochenbildung die von den Placoidorganen abstammenden Zahnbildungen bei Amphibien klargelegt, und es findet sich hierbei über die Zahnbildung bei verschiedenen Amphibien eine ähnliche Schilderung, wie sie v. Brunn bei den Säugethieren gegeben hat.

Klaatsch[22]) ging auf den von Hertwig eingeschlagenen Wege weiter und zeigte die innige genetische Beziehung zwischen den Bildnern der Basalplatte — den Osteoblasten — und den Odontoblasten und fasste beide Zellarten unter dem Namen der „Scleroblasten“ — zusammen.

Auch er prüfte die Ontogenese der Placoidorgane bei den Selachiern und glaubt, dass gerade diese ein Licht auf die Herkunft der Scleroblasten werfen.

In seiner früheren Arbeit über die Entwicklung der Placoidorgane kam er zum grössten Theil zu einer Bestätigung der O. Hertwig'schen Angaben, zum Theil zu neuen Aufschlüssen über das Wesen der Basalplatte; bei der Untersuchung des Zusammhanges der Elemente, welche die Basalplatte liefern, mit den Odontoblasten, gelangte er zu neuen Schlüssen für die morphologische Beurtheilung der Schuppenbildungen bei Ganoiden und Teleostiern, auf die ich hier nicht näher eingehen kann.

Aus den angedeuteten Umständen also hat man den Schluss gezogen, dass die Zähne Produkte der Haut sind, in erster Linie in Folge ihrer Entwicklung, dann aber auch auf Grund der vergleichend-anatomischen Betrachtung; bei den Haifischen nämlich ist der ganze Körper mit theilweise sehr dicht stehenden Schuppen von Zahnstruktur bedeckt, welche Placoidschuppen oder Hautzähne genannt werden.

Vor Hertwig's Arbeit war — im Gegensatze zu der umfangreichen Literatur über Säugethierzähne — die Kenntniss über die Zahnbildungen bei allen übrigen Thierklassen eine sehr mangelhafte, sodass dieser Punkt fast ebensowenig aufgeklärt war, wie zu Owens Zeiten.

Die Frage der Dentinbildung war von Hertwig nur nebenbei erwähnt und nur von Leydig[23]) eingehend untersucht worden; derselbe sah an der Oberfläche der herausgenommenen Pulpa des Rochenstachels kugelige Kalkkörper, die entweder isolirt oder zu grösseren Klumpen vereinigt waren, und er stellte diese Elemente den früher von Czermak beschriebenen Zahnbeinkugeln an die Seite.

Das Wachsthum des Dentins erklärte sich Leydig so, dass der von den Pulpa-Gefässen ausgeschiedene Kalk in Verbindung mit organischer Substanz zunächst kleinere Kugeln bildet, welche durch Verschmelzung grösser werden und sich an die bereits gebildete, fertige Substanz anlegen. — Die Lücken zwischen den Kügelchen kommuniciren nun mit den schon fertigen verästelten Hohlräumen und bilden so die Kanälchen.

Während also Hertwig diese Beobachtungen nicht weiter berücksichtigt und die Frage der Dentin-Bildung nur nebenbei bespricht, hat nach ihm Carl Benda[3]) eine ausführliche Arbeit über die „Dentinbildung in den Hautzähnen der Selachier" geliefert; — er machte seine Untersuchungen an dem Schwanzstachel von Trygon (Species), (stachlige Roche), und an dem Flossenstachel von Spinax acanthias (Dornhai).

In neuerer Zeit ist eine umfassende Arbeit von F. Markert[24]) über die „Flossenstacheln von Acanthias" erschienen, in welcher diese Frage auch eingehend bearbeitet wird. — Auf diese beiden wichtigen Arbeiten werde ich später, bei der

Beschreibung der Stacheln, genau eingehen. — Während Benda in seiner Abhandlung hauptsächlich die Histogenese der Zahnsubstanzen erörtert und die Anatomie der Stacheln nur nebenbei berücksichtigt, geht Markert vorwiegend auf die anatomischen Verhältnisse des Acanthias-Stachels ein.

An dieser Stelle will ich zunächst nur diejenigen Schlüsse, welche Benda und Markert über die Histogonese aus ihren Arbeiten gezogen haben, wiedergeben.

Benda resümirt seine Resultate bei der Beobachtung der beiden Formen von Dentinbildung in der Selachier-Familie in folgenden Worten: „Die Grundlage der Dentin-Bildung liegt in der Metamorphose der Odontoblastenkerne. Das gleichzeitige Verhalten des Odontoblastenprotoplasma und die vorbereitenden Vorgänge in der Matrix bedingen Differenzirungen in der Dentinform und dem Baue des Organes."

Markert kam hauptsächlich zu folgenden Schlüssen: „Die an der primären Hartsubstanz des Stachels beobachtete Längsfaserung rührt von Bindegewebsfasern her, welche den wesentlichsten Bestandtheil derselben darstellen."

„Die Untersuchung von Querschnitten bestätigt die beschriebenen Beobachtungen: Bindegewebsfasern isoliren sich und verschmelzen zu dickeren Faserbündeln, welche ihrerseits zu einer Platte zusammentreten. Die früher zwischen den Fasern gelegenen Zellen bilden jetzt zwei getrennte, der Faserplatte anliegende Schichten und werden bald zu Odontoblasten, d. h. scheiden Dentin ab."

An der Innenseite des Stammtheils befinden sich zwei durch einen Spalt getrennte Lagen von Odontoblasten. (Benda und Hertwig hatten diese schon gesehen).

„Dieselben weisen eine Reihe von Verschiedenheiten auf und unterscheiden sich durch ihre Form, durch ihre Lage und durch die Länge und Zahl ihrer Ausläufer. Es entsteht die Frage, ob diese Verschiedenheiten nur von untergeordneter Bedeutung oder so wesentlich sind, dass man zwei völlig von einander verschiedene Arten von Odontoblasten annehmen muss.

Mir scheint das erstere das richtigere zu sein, denn trotz der grossen Formverschiedenheit ist in der ganzen Erscheinung

des Zellleibs, seiner Struktur, seiner Färbbarkeit kein Unterschied zwischen äusserer und innerer Zellenlage zu bemerken; verschwände der Spalt, so würde es kaum noch möglich sein, einen Unterschied zwischen den beiden Lagen von Odontoblasten zu entdecken."

Ausser den Arbeiten der genannten Forscher kommen für meine speziellen Untersuchungen über Trygon und Acanthias noch die Arbeiten einiger anderer Autoren in Betracht, welche ich gleich hier, soweit ich sie benutzt habe, im „historischen Theile" angebe:

a) Die Schwanzstacheln der Trygoniden und Myliobatiden sind eigenartige Bildungen, welche einen besonderen Typus, den „Trygoniden-Typus" repräsentiren.

Eine allgemeine Beschreibung aus der älteren Zeit findet sich bei Agassiz[1]) und auch bei H. Meyer[26]), während andere Forscher, wie z. B. Harless, bei der Beschreibung der Zahnsubstanzen der betreffenden Familie, die Stacheln nicht erwähnen.

Nach Benda[3]) hat meines Wissens über den Trygon-Stachel eine eingehende Schilderung nur Jäkel[21]) gegeben.

b) Acanthias bildet mit den Gattungen Centrina, Centrophorus und Spinax die Familie der Spinacidae, deren Flossenstacheln im Allgemeinen verhältnissmässig wenig, sowohl von Zoologen, wie von den Palaeontologen, erläutert worden sind.

Das bedeutendste Werk aus älterer Zeit rührt von Agassiz[1]) her, welcher zuerst die Ichthyodorulithen als Flossenstacheln fossiler Elasmobranchier erkannte und falsche ältere Angaben beseitigte. Ihm haben sich dann spätere Forscher, wie Duméril[11]) und Bronn[7]) angeschlossen; Andere, wie Zittel[36]) und Quenstedt[28]), haben durch weitere Beobachtungen die Kenntniss von den Ichthyodorulithen gefördert.

Eine Arbeit von Hannover[15]) aus dem Jahre 1867 befasst sich bereits eingehender mit dem Bau der Stacheln von Acanthias und hebt die Ähnlichkeit mit dem früher von ihm beschriebenen Baue der Säugethierzähne hervor; dann folgten die Arbeiten Benda's[3]) (bereits angegeben) aus dem Jahre 1883, von P. Mayer[25]) (1886), der besonders durch seine Zeichnungen

zur Klärung der Verhältnisse des Acanthias-Stachels beitrug, von Jäkel[21]) (1890) und Markert[24]) (1896), (bereits angegeben).

Benda hielt es nun selbst, bei der immerhin grossen Differenz seiner Angaben mit denen aller anderen Autoren, besonders mit Markert in Bezug auf den Acanthias-Stachel, für wünschenswerth, bei besser gehärteten Präparaten seine Angaben einer Nachprüfung zu unterziehen; daher gab er mir gern Gelegenheit, diese wichtigen Untersuchungen unter seiner Leitung an Trygon- und Acanthias-Präparaten fortzusetzen, zumal er in seinen Schlüssen überhaupt weiter gegangen war als Andere, auch fernerhin sich überzeugt hatte, dass seine Angaben für die höheren Wirbelthierzähne nicht haltbar sind; er hatte das auch bereits, sowohl in seinem Atlas, als auch in verschiedenen Artikeln in Gad's Real-Lexicon der medizinischen Propädeutik (beim Artikel „Bindesubstanz“) kundgegeben.

II. Eigene Untersuchungen.

1. Methode der Untersuchungen.

Zunächst stellte mir Herr Prof. Benda die Schnitte und Schliffe seiner Arbeit aus dem Jahre 1883, soweit dieselben noch vorhanden waren, in gütiger Weise zur Verfügung, sowohl von Trygon wie von Acanthias.

Ferner standen mir für meine Untersuchungen folgende Objekte zu Gebote:

a) Von Trygon violacea (stachlige Roche) ein Exemplar aus der Sammlung von C. Benda; es war ein jugendliches Thier von ca. 30 cm Kopfschwanzlänge, bei welchem der Stachel etwa 10 cm. lang, zum Theil noch an der Wurzel biegsam war und nur an der Spitze eine vollständig zahnharte Consistenz besass; — dieses Exemplar hatte Benda nebst anderem neuen Materiale aus der zoologischen Station von Neapel im Jahre 1888 mitgebracht. — An neuem Materiale bezog ich von der zoologischen Station in Neapel zwei Exemplare von Trygon violacea; die Körperlänge betrug 6 cm und 13 cm. — Die letzteren waren in 1 % Chromsäure und nachfolgendem 70% Alkohol conservirt.

b) Von Spinax acanthias (Dornhai) konnte ich gleichfalls aus der Sammlung von C. Benda mehrere Embryonen in Länge von 25 cm benutzen, Stadien, in denen das Wachsthum und die Umwandlung der Flossenstacheln ein ganz besonders lebhaftes ist. Ferner erhielt ich aus dem Berliner Aquarium mehrere Embryonen von 16 cm Kopf-Schwanzlänge in Alcohol con-

servirt und aus der zoologischen Station in Neapel zwei Embryonen von 14 und einen von 6 cm Kopfschwanzlänge, conservirt in 1% Chromsäure und nachfolgendem 70% Alcohol. — Ausserdem stand mir, durch gütige Erlaubniss der Herren Geh.-Rath. Prof. Dr. Möbius und Prof. Dr. Hilgendorf, das gesammte reichhaltige Trygon- und Acanthias-Material aus der zoologischen Sammlung des „Museum für Naturkunde" zu Berlin zur Verfügung, an dem ich Messungen und Studien am ganzen Thiere vornehmen konnte. (S. beiligende Tabellen.)

Das von Benda bezogene Material ist nach der von ihm in der Sitzung der „Anatomischen Gesellschaft"[3]) veröffentlichten Härtungsmethode behandelt worden:

Die Organe kommen möglichst frisch in eine Lösung der officinellen Salpetersäure von 10 vol. auf 90 vol. Wasser; nach 24, bei grösseren Organen 48 Stunden werden sie ohne vorherige Auswaschung in eine Lösung von Kali bichromicum gegeben. — Für diese noch in Entwicklung begriffenen Organe genügte das 24 stündige Verweilen in der Salpetersäure zur fast vollständigen Entkalkung; nur bei einzelnen Stücken war eine nachträgliche kurze Wiederholung der Säure-Behandlung nothwendig. — Die Methode erfüllt hierbei gleichzeitig die beiden Anforderungen einer Entkalkungs- und Härtungs-Methode (für welchen Zweck sie Benda bereits empfohlen hatte) und erreicht dies in einer kürzeren Zeit als sonst.

Das nicht mit Salpetersäure gehärtete Material musste erst entkalkt werden, wozu wir theils ebenfalls Salpetersäure, theils Salzsäure verwendeten.

Das Material wurde mit Celloidin durchtränkt; nur der kleine Acanthias-Stachel von 6 cm Länge wurde in Paraffin gebettet; von diesem letzteren Präparate wurde eine Querschnitt-Serie gemacht, während von den anderen Objekten aus zahlreichen Gegenden Einzel-Schnitte, Längs- und Quer-Schnitte, hergestellt wurden.

Als Färbungen erwiesen sich, ausser den gewöhnlichen Färbungen mit Haematoxylin und Carmin, Eisen-Haematoxylin nach Benda'scher oder Heidenhain'scher Vorschrift besonders

vortheilhaft; vorzugsweise wurde auch die von Benda letzthin empfohlene Combination der Färbung mit Eisen-Haematoxylin und der van Gieson'schen Färbung angewandt.

Diese Methode giebt besonders bei Alcoholhärtung — wie Benda früher mittheilte, — aber, wie sich bei dieser Arbeit herausstellte, auch bei der oben näher beschriebenen Salpetersäure-Methode, verschiedene vortheilhafte Gewebsbilder.

Paraffin-, Gefrier- oder Celloidinschnitte kommen, wie Benda[4]) ausführt, auf einige (bis 24) Stunden in eine Beize von Liquor ferri sulfurici oxydati (1:2 aqua destillata) oder von concentrirter wässeriger Eisenalaunlösung. Nach sorgfältiger Waschung in mehreren Schalen Wasser folgt Färbung in 1% wässeriger Haematoxylinlösung (1/2—1/4 Stunde), Abspülen in Wasser, Nachfärbung und gleichzeitige Differenzirung in van Gieson's Säurefuchsinpikrinsäuregemisch. Letzteres muss entsprechend der Schnittdicke verschieden lange wirken; dicke Schnitte geben das Haematoxylin schwerer ab. Bei gewöhnlichen Schnitten von 20 bis 30 μ genügen fünf Minuten für eine sehr feine Differenzirung der Schnitte. — Das Chromatingerüst der Zellkerne, ebenso wie die Kerntheilungsfiguren, sind dann intensiv schwarz gefärbt, die Zellleiber, besonders der Epithelzellen, graugelb; die leimgebenden Fasern sind leuchtend roth, elastische Fasern gelb, Muskelfasern röthlich gelb; — rothe Blutkörperchen (nach Müller'scher oder Formol-Härtung) schwarz. —

Bei der jetzigen Untersuchung hat sich ergeben, dass sich die Anwendbarkeit der Methode für das Studium der Hartgebilde dadurch erweitert, dass die verkalkten Dentin-Theile bei vollständig gelungener Differenzirung dunkelbraun bis schwarz werden; bei stärkerer Einwirkung der van Gieson'schen Lösung wird die Grundsubstanz leuchtend roth. —

Von Herrn Prof. Dr. Hilgendorf erhielt ich ferner in freundlicher Weise einen Trygon-Stachel von 4 cm Länge (Körperlänge 30 cm) und einen Hinterstachel von Acanthias vulgaris von 5 cm Länge (Körperlänge 62 cm).

Von diesen Stacheln wurden trockene Schliffe hergestellt.

2. Der Trygon-Stachel.

a) Die äussere Gestalt des ausgewachsenen Stachels.

Die Trygoniden haben auf ihrem dünnen, peitschenförmigen Schwanze einen „Schwanzstachel", welcher ausser ihnen unter den verwandten Familien nur noch den Myliobatiden eigen ist; der Schwanzstachel dieser unterscheidet sich von dem Trygon-Stachel dadurch, dass er vor sich eine dorsale Flosse hat, während bei den Trygoniden überhaupt keine Flosse auf dem Schwanze vorhanden ist. —

Bekanntlich bilden die Stacheln eine gefürchtete Angriffswaffe; sie sind bald gestreckt, bald schwach aufwärts gebogen. —

Die vordere Seite des Stachels ist mit Schmelz bedeckt. Die Wurzel, welche bei lebenden Thieren von der Haut bedeckt ist, ist niedrig; die Krone, welche sich nach der Spitze zu allmählich verjüngt, ist an den Seiten mit je einer Längsreihe gegen die Basis gekrümmter Dornen besetzt. — Die Bezeichnung „Krone" und „Wurzel", welche Jäkel[21]), dem ein Theil dieser Schilderung entlehnt ist, angewandt hat, kann ich nicht billigen und verweise auf meine Ausführungen hierüber beim Acanthias-Stachel. —

Das Wachsthum der Stacheln ist nach Angabe der Autoren, soweit ich ersehen konnte, ein stets beschränktes; es ist indessen an all' den Stacheln, welche ich gesehen habe, nach der Beschaffenheit der Stachel-Wurzel ein fortschreitendes Wachsthum denkbar, da immer in der Tiefe reichliche Odontoblastenlagen und ein Epithel-Belag wahrzunehmen ist. —

Ein Ersatz der Stacheln kann, wie die Litteratur berichtet, bei allen Formen vorkommen; — der Keim des neuen Stachels liegt vor der Basis des alten, und man findet häufig zwei oder mehrere ausgewachsene Stacheln hintereinander. —

Diese Verhältnisse habe ich bei Messungen, welche ich im „Museum für Naturkunde" vorgenommen habe, bestätigt gefunden (s. die beiliegende Tabelle und Fig. 24—28).

b) Der innere Bau des ausgewachsenen Stachels.

Der einzige Stachel, den ich an Querschliffen untersucht habe, war nur 4 cm lang und nach dem Verhalten der Pulpa-Räume offenbar nicht ausgewachsen; — dieses Präparat hatte mir Herr Professor Hilgendorf in gütiger Weise überlassen; — die Körperlänge des betreffenden Thieres betrug 30 cm. —

Ich muss daher auf die Beschreibung Benda's (l. c. p. 247 und 248) zurückgreifen und auf seine Figur 1, von der ich in meiner Figur 1 eine Copie gebe, verweisen, zumal seine Angaben mit meinem Befunde über die sich entwickelnden Stadien sehr wohl in Einklang zu bringen sind; ich gebe daher Benda's Ausführungen hierüber an dieser Stelle wieder:

„Der Schwanzstachel von Trygon Species (?) unterscheidet sich von dem allgemeinen Schema des Rochenstachels, wie es Leydig beschreibt, dadurch, dass es bei ihm, entsprechend seiner vorwiegenden Längsausdehnung, nicht zur Bildung einer Centralhöhle kommt, von der die Gefässkanäle radiär ausstrahlen. Sie verlaufen vielmehr gleich von der Wurzel an ziemlich parallel und zeigen nur spärliche Verästelung. . . . Ferner scheint der Stachel unterschiedlich von den kleineren nur an der vorderen und den Seitenflächen von einer Schmelzschicht überzogen zu sein. Die Kanälchen (Dentin-Röhrchen) verlaufen, wie das Bild eines Querschliffs (Benda's Fig. 1) zeigt, in einer breiten Zone unterhalb des Schmelzes, in der sich keine Gefässkanäle finden, ziemlich parallel untereinander senkrecht gegen den Schmelz.

In den übrigen Partieen dagegen bieten sie das Bild einer grossen Unregelmässigkeit. Sie bilden ungefähr in der Mitte zwischen den Gefässkanälen ein dichtes Geflecht, aus dem sie sich plötzlich in einige grössere Kanälchen sammeln, die dann zu den Gefässkanälen hinziehen.“ —

Dasselbe Bild und das Fehlen jeder Spur einer Pulpa beschreibt auch Jaekel (l. c. p. 126).

Meine Längsschnitte durch die entkalkten distalen Stachel-Abschnitte (Fig. 2) ergeben ein dem Querschliffen entsprechendes Bild; besonders deutlich habe ich in meinen neuen Schnitten

den gleich von der Wurzel aus beginnenden parallelen Verlauf der Gefässkanäle konstatiren können, welche den Stachel in seiner ganzen Länge durchziehen. —

Die vordere Oberfläche und die Seitenränder sind mit einer ziemlich schmalen, fein senkrecht gegen die Oberfläche gestrichelten Schicht überzogen, die keine Dentin-Röhrchen enthält und sich nicht scharf gegen die unterliegende Dentin-Schicht absetzt; diese Schicht kann ich vorläufig mit Benda als „Schmelz" bezeichnen. Sie ist auf dem Schliffe Fig. 1 a, und auf den Schnitten, Fig. 6 c und 7 a, dargestellt. —

Die oberflächliche Grenze der Schmelzschicht ist von einer etwas dichteren Lage (Schmelzoberhäutchen?) bedeckt; über dem Schmelzoberhäutchen sind noch vielfach, wenigstens an dem wachsenden Stachel, unregelmässige Reste eines geschichteten Pflaster-Epithels (Fig. 9 a) vorhanden. —

Die Hauptmasse wird von einer in ziemlich regelmässigen Abständen von Gefässkanälen durchsetzten Hartsubstanz gebildet; — die Gefässkanäle sind auf den Querschnitten fast ausschliesslich im Querschnitt, auf Längsschnitten im Längsschnitt, getroffen, verlaufen also mit der Stachel-Achse parallel.

Zu jedem Gefässrohre gehört somit ein cylindrischer Mantel von Hartsubstanz, der mit den Mänteln der Nachbar-Gefässe durch eine intermediaere Zone in continuirlichem Zusammenhange steht. —

Von den Gefässkanälen aus dringen radiaer ausstrahlende Dentin-Röhrchen in die Hartsubstanz ein, die von dem Gefässrande nur in verhältnissmässig geringer Anzahl als ziemlich starke Stämme ausgehen und sich alsdann in sehr breite Verzweigungs-Gebiete auflösen; — die End-Verzweigungen benachbarter Röhren-Systeme anastomosiren in der intermediaeren Dentin-Schicht; hier finden sich manchmal unregelmässige Hohlräume, welche den bekannten Interglobular-Räumen der Säugethier-Zähne gleichen. —

Ausserdem enthält die intermediaere Schicht grössere rundliche Querschnitts-Figuren, die sich als Faser-Querschnitte durch Vergleich mit Längs-Schnitten feststellen lassen. — Die oberflächliche, d. h. die an der Vorder- und Seiten-Fläche

unter dem Schmelze gelegene Schicht geht meist ohne scharfe Abgrenzungen in das unterliegende Gefässdentin über; sie zeichnet sich nur durch die annähernd gleiche Breite und die vorwiegend gleichsinnige Richtung der Dentin-Röhrchen gegen die Oberfläche hin aus; — indessen finden wir auf Längsschnitten unter dem stachlichen Seiten-Rande einen besonders grossen und gerade verlaufenden Längskanal, der die oberflächliche Dentin-Schicht abgrenzt; von diesem Längskanale zweigen kurze Sprossen in die einzelnen Stacheln ab. —

Das Dentin bildet eine fast homogene Masse, die keine lamellöse Schichtung, weder gegen die Pulpa-Räume, noch gegen die Oberfläche, erkennen lässt; nur gegen diese Oberfläche hin löst sich die Grundsubstanz in ein Faser-Geflecht auf, dessen äusserste Lage senkrecht zur Oberfläche verlaufende feinste Reiser erkennen lässt: — letztere scheinen vielfach in den Schmelz einzustrahlen und sich erst in diesem zu verlieren; diese Fasern sind in den van Gieson-Praeparaten lebhaft roth gefärbt. —

c) Die Entwicklung des Schwanzstachels von Trygon.

In Bezug auf die Entwicklung des Stachels habe ich nur einige Stadien, die noch kein vollkommenes Bild des Vorganges ergeben, untersucht.

Diese Verhältnisse scheinen mir aber immerhin interessant genug zu sein, um hier kurz berichtet zu werden, zumal Benda ausschliesslich die Histogenese behandelt hat. —

Das jüngste Stadium (Körperlänge 6 cm) wurde nur auf Längsschnitten untersucht, von denen Fig. 10a und 10b eine Uebersicht geben: Die Stachelanlage befindet sich hier in einer schwach aus der Rückenhaut hervorragenden Längswulst von etwa 1 cm Länge, die nach hinten hin in eine kurze etwa dreikantige Spitze ausläuft, um welche die Oberflächen-Haut eine V förmige Furche bildet. Die Wulst ist in ihrer ganzen Ausdehnung von aussen weich anzufühlen; auf einer Serie von Längsschnitten finden wir, dass die Wulst, sowie die erwähnte Furche, von der Epidermis überkleidet sind; unter

dieser folgt eine vollständige Cutis-Schicht, die wir an keiner Stelle von einem Epidermis-Zapfen durchbohrt finden: — die Cutis umkleidet also die Stachel-Anlage vollständig; die äusserste Schicht der Stachel-Anlage wird von einem mehrschichtigen Epithel gebildet, welches die ganze dorsale Oberfläche des Stachels und fast die Hälfte der ventralen Fläche überkleidet; — die innerste, d. h. dem Stachel zugewandte Lage, ist cylindrisch, die Aussenlagen sind abgeflacht; an der vordersten Grenze des Epithels schlägt sich die innere Schicht mit einer scharfen Falte in die äussere Schicht um. —

Unter dem Epithel folgt eine solide (gegen die nach hinten gerichtete Spitze zu am mächtigsten ausgebildete) Lage von Hartsubstanz, die an der dorsalen Fläche allmählich sich immer mehr verschmälert und schliesslich in einen feinen faserigen Streifen ausläuft; an der ventralen Fläche schliessen sich unregelmässige Balken einer zum Theil harten, zum Theil aus noch unverkalkten Fasern bestehenden, Substanz an, die theilweise, ohne deutlich mit einander zusammenzuhängen, von hier aus ein Stück gegen die (nach vorn gerichtete) Basis des Stachels vordringen. — Unter der oberflächlichen Hartsubstanz, sowie um jeden einzelnen der Balken, liegt eine breite mehrreihige Lage von zumeist senkrecht gegen die Hartsubstanz gerichteten Zellen; — diese Schicht setzt sich an der dorsalen Stachelfläche unter dem Epithel bis nahe unter das vordere Ende der Epithel-Anlage fort, indem sie sich allmählich verjüngt; — die übrige centrale Masse der Anlage, die ungefähr Kegelform besitzt, ist vorwiegend von Zellen mit geringer faseriger Zwischensubstanz und Blutgefässen gebildet; die gesammte Anlage ist ventral und vorn von einer derberen faserigen Bindegewebsschicht unterlagert, die in die Cutis übergeht. —

Von einem späteren Stadium, von welchem die eine Hälfte zu Längsschnitten, die andere Hälfte zu Querschnitten, verwandt wurden, geben Querschnitte auf verschiedenen Höhen die anschaulichsten Bilder; auch hier sehen wir, dass noch die gesammte Stachel-Anlage von der Cutis und Epider-

mis bedeckt ist und sich also in einem abgeschlossenen Säckchen entwickelt. —

In den tiefsten Stellen des Stachels (Körperlänge 13 cm), (Fig. 3), finden wir ein dem vorher beschriebenen Stadium entsprechendes Bild. — Die dorsale Oberfläche ist mit dem mehrschichtigen Epithel überkleidet, welches sich über den Seitenrand ein Stück auf die ventrale Fläche umschlägt; wir sehen auch hier die tiefe cylindrische Zell-Lage, welche an der Grenze der Epithelscheide sich in einer scharfen Falte in die äusseren Lagen umschlägt. Unmittelbar unter der Epithelscheide liegt eine noch unverkalkte vorwiegend faserige Abscheidung, welche dorsal eine regelmässige Schicht unter der ganzen Epithelscheide darstellt, ventral in eine unregelmässige balkige bezw. blättrige Masse übergeht, die, ausser am Seitenrande, nirgends mit der oberflächlichen Lage in Verbindung steht. — Unter der Faser-Schicht, sowie um die Balken, liegt eine breite Zell-Schicht (Odontoblasten); die übrige Masse wird von zellreichem Bindegewebe mit vielen Gefässen gebildet. —

In etwas distaleren Schnitten (Fig. 4) ist die Epithelscheide in der gleichen Vollständigkeit wie in Fig. 3 erhalten; unter ihr liegt jetzt eine schmale durchsichtige Schicht, die besonders an den Seitentheilen wohl ausgebildet ist und sich ziemlich scharf von einer darunter gelegenen verkalkten Schicht abgrenzt, in der wir eine Dentin-Masse erkennen. Dieselbe hängt jetzt an vielen Stellen mit einem Balken-System von Dentin-Masse zusammen, welches zwar an manchen Stellen noch unregelmässige Blätter bildet, aber schon vielfach einen regelmässigen rundlichen Pulpa-Raum einschliesst; eine grössere Höhle ist am Rande zwischen der oberflächlichen Dentin-Schicht und den Balken erkennbar. Die Dentin-Balken sind gegen alle Hohlräume von einer breiten Odontoblasten-Lage überdeckt; im Centrum der Hohlräume erkennt man die Blutgefässe, die schon stellenweise von derberem Bindegewebe überdeckt sind.

Der nächste Schnitt (Fig. 5) zeigt nur noch an den Seiten der Stachel-Anlage die deutlich ausgebildete Epithelscheide mit ihrem ebenfalls wohl charakterisirten hinteren Um-

schlags-Rande; gegen die dorsale Fläche flacht sich die Epithelscheide ab und wird unregelmässig, schliesslich gegen die mediane First des Stachels kaum erkennbar, obgleich man bei stärkeren Vergrösserungen noch einzelne Zellen auffindet, die ihr zuzugehören scheinen; die darunter gelegene schmelzartige Schicht ist gleichmässig über die dorsale Oberfläche ausgebreitet, die darunter liegenden Dentin-Schichten und Dentin-Balken haben an Masse zugenommen; doch schreitet die Regelung der Pulpa-Räume nicht ganz gleichmässig fort, sodass in den abgebildeten Schnitten letztere scheinbar unregelmässiger als in dem vorigen liegen. — Das Verhalten der Odontoblasten und der Pulpa-Räume ist sonst etwa das gleiche wie in dem vorigen Schnitte. —

An den distalsten Schnitten (Fig. 6) ist keine zusammenhängende Epithelscheide mehr zu erkennen; besonders an den Seiten-Rändern findet sich eine breite Schmelzschicht; die Masse der Dentin-Balken hat weiter zugenommen, die Pulpa-Räume und Odontoblasten zeigen etwa die gleichen Verhältnisse wie in den vorigen Schnitten.

Die Längsschnitte, welche von der anderen Hälfte des Stachels angefertigt wurden, geben diesen Querschnitten völlig entsprechende Bilder, sodass auf ihre eingehende Beschreibung verzichtet werden kann; es ist nur zu erwähnen, dass nach dem untersten (proximalen) Ende der Anlage die Pulpa-Räume in zellreiches Bindegewebe auslaufen, und die untersten Enden der Dentin-Balken sich in Faserstreifen auflösen.

Das proximale Ende der Dentin-Deckschicht und der Epithelscheide hat völlig das gleiche Bild, wie in dem vorigen Stadium (Fig. 10 b) behalten.

Das nächste Stadium wurde einem Objekte entnommen, welches mir Herr Prof. Benda überliess, (Körperlänge 30 cm). Auch hier wurden von den proximinalen Abschnitten die eine Hälfte zu Längsschnitten, die andere zu Querschnitten verwandt, während von den distalen Abschnitten jene Längsschnitte angefertigt wurden, die ich bereits oben beschrieben habe; an dieser Stelle sind nur die proximalen Abschnitte zu behandeln: Die Bilder schliessen sich vollständig den dis-

taleren (Fig. 5) des vorigen Stadiums an, sodass wir von neuen Uebersichts-Bildern absehen dürfen. —

Es bleibt ein Unterschied der nach vorn und oben gewandten (oralen) und der nach hinten und unten gewandten (caudalen) Fläche des Stachels bestehen; an der oralen Oberfläche schiebt sich eine Epithel-Lamelle so weit in die Tiefe, wie Anlagen von Dentin zu sehen sind. Dem entspricht eine auf der ganzen Länge des Stachels zur Ausbildung kommende Schmelzschicht: dagegen fehlen ähnliche Bildungen an der caudalen Fläche des Stachels. — An den scharfen Seitenrändern des Stachels greift die Epithel- und später die Schmelz-Schicht über eine flügelartige im ganzen Verlaufe des Stachels gezähnte Seitenrippe hinüber; caudal von dieser Rippe grenzt der Stachel, soweit er der Haut eingelagert ist, unmittelbar an Bindesubstanzen und da, wo er frei ist, zeigt er oft als Reste der hinteren Bindegewebs-Scheide faserige unregelmässige Auflagerungen, welche die Oberfläche gegenüber der glänzend glatten mit Schmelz bewehrten Oralfläche erheblich unterscheiden.

Von dieser caudalen Fläche und von dem proximalen Ende dringen stets die Gefässe bezw. Pulpa-Räume schräg ansteigend in das Zahnbein ein.

Die proximalen Enden der Dentin-Balken gehen in derbfaseriges Bindegewebe über. —

Die Dentin-Balken sind bis in die Tiefe hinein schon erheblich solider und lassen nirgends eine derartige Zusammensetzung aus einzelnen isolirten Fasern erkennen, wie sie in der damaligen Benda'schen Arbeit abgebildet wurden. — In der Umgebung der Pulpa-Räume befindet sich eine ziemlich solide Dentin-Schicht, die von baumförmig verzweigten Dentin-Röhren durchsetzt ist, und nur in der Mitte der Dentin-Balken, etwa in der Gegend, die innerhalb jedes Balkens von den zugehörigen Gefäss-Kanälen gleichmässig weit entfernt ist, ist hin und wieder eine Substanz vorhanden, welche der auf Benda's Fig. 4 dargestellten gleicht. Dieselbe ist von Hohlräumen durchsetzt, welche die grösste Ähnlichkeit mit den menschlichen Interglobular-Räumen haben. —

Auch in unseren jetzigen Präparaten lassen sich stellenweise deutliche Zellreste in denselben zum Theil mit Kernen erkennen, und es dürfte nicht zu bezweifeln sein, dass hier nachträglich-dentificirende Theile der Pulpa vorliegen, die von den Haupt-Dentifications-Centren der Pulpa-Räume abgesprengt sind. —

Die Histogenese der Hartsubstanzen im Trygon-Stachel.

Dieser Punkt bietet beim Trygon-Stachel ganz ausserordentliche Schwierigkeiten; ich kann mich in der vorliegenden Arbeit nur kurz darüber auslassen.

A) Schmelz: Aus allen meinen Beschreibungen der Stachel-Entwicklung (Fig. 3—6 u. 10a u. 10b) geht hervor, dass diese Schicht in unmittelbarer Beziehung zu einer Epithelscheide entsteht; man kann jedenfalls mit Sicherheit feststellen, dass das Epithel in dem Maasse verschwindet, in dem die Schmelzschicht zur Ausbildung gelangt; nichtsdestoweniger sind bei keiner Stelle deutliche Übergänge der Epithelzellen in diese Schicht zu erkennen, und an vielen Stellen, in denen man erwarten sollte, solche Übergänge zu finden, scheint vielmehr eine scharfe homogene Grenzschicht, offenbar noch unverkalkt, zwischen beiden Gebilden zu liegen. Ebenso unklar bleibt die Beziehung der Schicht zu dem darunter gelegenen Dentin; während an den proximalen Grenzen der Anlage das Epithel durch eine auch nach unten scharf abgegrenzte homogene Schicht gegen die unterliegende Cutis abgegrenzt ist, — deren Oberfläche von wesentlich horizontal verflochtenen Bindegewebsfibrillen gebildet wird, — treten mit der Verbreiterung der homogenen Schicht immer mehr jene feinen reiserartigen Fibrillen-Ausstrahlungen auf, die wir bei dem entwickelten Stachel in solcher Reichhaltigkeit wie in Fig. 7* zwischen dem Dentin und dem Schmelz bestehen sehen. — Diese Verhältnisse drängen wohl zu der Auffassung, dass der Schmelz des Trygon kein eigentliches Umwandlungs-Produkt der Epithelzellen darstellt, aber würden doch die Ansicht zulassen, dass er

ein Absonderungs-Produkt des Epithels ist, vielleicht auch als eine umgewandelte Basal-Membran zu deuten wäre.

B) Dentin: Die Dentifikation des Trygon-Stachels erhält ihr ganz eigenartiges Gepräge durch die ausserordentlich breite Zellschicht, welche sich in den jüngsten Stadien den Dentin-Balken anlagert, und die sicherlich nicht durch Schrägschnitte vorgetäuscht sein kann, da sie an jedem Balken zu erkennen ist. — Die Schicht wird von Zell Fortsätzen und feinen Bindegewebs-Fibrillen durchsetzt, die sich beide in einem schwer auflösbaren Gewirr in die Dentin-Balken verlieren. Erst in den späteren Stadien der Dentifikation, d. h. da, wo an den verdickten Dentin-Balken die Pulpa-Räume enger und zellärmer werden, besonders in den proximalen Schnitten des dritten Stachels, lassen sich allenfalls zwei Zell-Arten (Fig. 8) erkennen; die Zellen der einen Art legen sich der Oberfläche des Dentins flach oder kubisch an und senden ziemlich kurze Fortsätze in die Zahn-Substanz; die Zellen der anderen sind spindel- oder birnenförmig mit ihrer Längsachse senkrecht gegen das Dentin gerichtet und stehen mit den grösseren Röhrchen in Beziehung.

An vielen Stellen der Präparate erkennt man deutlich, dass die Ausläufer dieser Zellen zwischen die erstgenannte Zellschicht hindurchtreten, und dass die Hauptmasse des Zellleibes in einer tieferen Schicht des Pulpa-Raumes, schon inmitten des Bindegewebes (Fig. 8b) gelegen ist. — Andeutungen dieser Erscheinungen sind schon in Fig. 4 der Benda'schen Arbeit dargestellt, wenn auch lange nicht so deutlich, als wir dieselben in den jetzigen Präparaten, die nur mit Eisenhaematoxylin gefärbt sind, erkennen können.

An den Enden der Dentin-Balken ist der Übergang gröberer Bindegewebs-Bündel in das Dentin sehr augenscheinlich, sodass wir einen Einschluss von Bindegewebe, theils in Form der feinsten Fibrillen, wie sie an den jungen Dentin-Balken, — theils von groben Bündeln, wie sie zum Abschluss der Dentifikation — in dass Dentin eintreten, als eine Eigenheit des Trygon-Dentins betrachten dürfen.

Zusammenfassung der Beobachtungen bei Trygon.

Über die Anlage des Trygon-Stachels haben unsere Präparate nichts ergeben; doch dürfen wir folgende Umstände in Erwägung ziehen:

Die gesammte Vorder- und Seitenfläche des jüngsten von uns untersuchten Stachels, wahrscheinlich auch der der Spitze zunächst gelegene Abschnitt der Hinterfläche, sind mit einer Epithelscheide überdeckt, welche ganz die bekannten Merkmale eines Schmelz-Epithels besitzt; sie besteht nämlich aus zwei miteinander verklebten Lagen, welche an den proximalen Grenzen in einem Umschlags-Rande in einander übergehen; bereits in diesem jüngsten Stadium haben wir nirgends eine Verbindung der Epithelscheide mit der Epidermis gefunden; wir müssen hieraus schliessen, dass die Abschnürung der Epithelscheide in einem noch früheren Stadium ganz in der Weise vor sich gegangen ist, wie das bei den Zähnen der höheren Wirbelthiere mit dem Schmelz-Epithel der Fall ist. Die Epithelscheide giebt die Modellirung für eine oberflächliche Odontoblasten-Lage; letztere erzeugt eine Dentin-Deckschicht, die mit einer schmelzartigen Hartsubstanz überzogen ist.

Ganz unregelmässige Abzweigungen von Odontoblasten-Haufen, welche von der Oberflächen-Schicht ausschliesslich an der Hinterplatte ausgehen, geben in Verbindung mit reichlicher Bindegewebs-Einschliessung die Grundlage für die Entwicklung des Trabecular-Dentins; — dasselbe stellt sich somit als Abkömmling der Oberflächen-Lage, aber als eine weitere ganz selbständige Bildung innerhalb des primaeren Pulpa-Raumes, dar.

Im Vergleich mit dem Placoid haben wir bei dem Trygon-Stachel somit erstens die Abschnürung der Epithelscheide von der Oberfläche, zweitens das Fehlen einer Basal-Platte festzustellen.

Als Bildungen, welche gewisse Analogien mit der Basal-Platte zeigen, sind die ausschliesslich vom Hinterrande der

Oberflächen-Schicht ausgehenden trabeculaeren Dentificationen anzusehen; der Vorderrand kann keine Basal-Platte erzeugen, da er offenbar mit seiner Epithelscheide ein continuirliches Wachsthum besitzt.

3. Der Stachel von Spinax acanthias.

a) Die äussere Gestalt des ausgewachsenen Stachels.

Acanthias vulgaris hat am vorderen Ende seiner beiden Rückenflossen je einen langen, kräftig entwickelten spitzen Stachel, dessen Richtung parallel der vorderen Flossenkante schräg nach oben und hinten verläuft. — Diese eigentlichen Flossenstacheln dienen wohl nur als Schutzmittel und zur Stütze der Flossen, nicht direkt, wie der Stachel von Trygon, als Angriffs-Waffe.

Die vordere Dorsalis ist nach P. Mayer[25]) mit der Wirbelsäule weniger fest verbunden als die hintere (Tafel 18, Fig. 5 u. 7 bei Mayer); sie hat auch vor dem Stachel keinen Knorpel, was dagegen bei der hinteren Flosse der Fall ist. —

Wie in der Gestalt der Flossen, so besteht auch zwischen den Stacheln ein merklicher Unterschied; nach Agassiz[1]), auf dessen Beschreibung in Markert's[24]) Arbeit ich in Bezug auf die Einzelheiten verweise, ist der Stachel der Vorder-Flosse fast um die Hälfte kürzer als derjenige der Rücken-Flosse; — bei Gelegenheit meiner Messungen der Stachel-Länge im Verhältniss zur Körper-Länge in der zoologischen Sammlung, (s. meine Tabelle), habe ich diese Angaben bestätigt gefunden. —

Das Wachsthum der Stacheln erfolgt nach Jaekel's Angaben von innen nach aussen, wobei das Maass der Dicken-Zunahme und die Schnelligkeit des Wachsthums sehr verschieden sind; ich habe in der That auch durch Messungen feststellen können, dass sich nach dieser Richtung kein bestimmtes Verhältniss annehmen lässt. —

Ein Ersatz der Stacheln, wie bei dem Wechsel der Zähne, findet nicht statt. Dieselben bleiben an derselben Stelle, so lange das Thier lebt und wachsen stets nach, indem sie sich allmählich nach unten vergrössern. —

Der kegelförmige Körper ist zur Hälfte oder drei Viertel mit einer zweiten Bildung bedeckt, welche sich von der ersten makroskopisch deutlich absetzt; — die Hinterfläche hat bis oben hinauf dieselbe Beschaffenheit wie der in der Haut liegende Theil, welcher auf den ersten Blick als „Wurzel“ erscheint; — ich kann dieser Bezeichnung, welche Markert von Jaekel[21]) übernommen hat, nicht beistimmen, ebensowenig der Bezeichnung „Krone“ für den frei aus dem Fleische herausragenden Theil, weil wir unter „Krone“ doch nur einen mit gleichmässiger Schmelzlage bedeckten Körper verstehen können; hier aber haben wir auf den beiden Vorderflächen des spitzen Obertheiles, welcher gegen den im Fleische befindlichen Theil hin tief dunkelbraun gefärbt ist, eine harte, glänzende Schicht als Bekleidung, während die hintere Seite dieselbe Substanz wie der in der Haut liegende, von den Autoren als „Wurzel“ bezeichnete Theil hat. — Die Schmelzschicht lässt sich angeblich an den Stacheln nach P. Mayer (l. c. Taf. 17, Fig. 1) mit Leichtigkeit abheben, sodass eine knorpelige Basis zurückbleibt (l. c. Taf. 18, Fig. 61).

Auch Thacher[33]) will an den Flossen von Acanthias americanus, welche er abbildet, zum Theil die Schmelzschicht entfernt haben. —

Die Verwachsungsstelle des Stachels mit der Körperhaut ist durch das Aufhören des harten glänzenden Ueberzuges markirt.

b) Der innere Bau des ausgewachsenen Stachels.

Zunächst möchte ich den Bau des ausgewachsenen Stachels, wie er sich an Schliffen darstellt, besprechen:

Markert[24]), welcher den Acanthias-Stachel an einer grossen Anzahl von Querschliffen eingehend untersucht hat, schildert den inneren Bau des ausgewachsenen Stachels ungefähr folgendermassen:

Die Hauptmasse des Stachels besteht aus einer inneren Dentin-Pyramide als dem Stammtheile und den ihm auflagernden Schichten als dem Mantel oder dem Manteltheile; — der Stammtheil bildet die Wandung einer inneren Höhle,

welche, — wie auch Thacher[33]), Benda[3]), (Fig. 6)*) und P. Mayer[25]) (Tab. 18, Fig. 5 und 6) abgebildet haben, — von einem Knorpelstabe durchzogen wird, unten am weitesten ist und nach oben zu immer enger wird; am unteren Ende ist die Stachelhöhle offen. Diese Stachelhöhle hat Markert, im Gegensatz zu Jaekel (l. c. p. 121), als Pulpa-Höhle aufgefasst.

Jaekel sagt, „eine echte Pulpa sei sie zunächst nicht, weil von ihr nicht eigentlich die Bildung des Zahnes ausgehe, sondern von den zahlreichen Vasa, welche das Dentin der Wände durchziehen", vielmehr „nur ein innerer, noch nicht zu Vasodentin verkalkter Hohlraum". —

Ich muss mich zum Theil Jaekel's Auffassung anschliessen, da, wie wir später zeigen werden, auch die Grenzhöhle zwischen Mantel und Stamm, bezw. die aus ihr hervorgehenden Gefässkanäle, mit zur Pulpa zu rechnen sind.

Aus demselben Grunde ist es auch unzutreffend, wenn Markert sagt, die Hauptmasse des Stachels, der Stamm, gleiche schon „unter der Lupe" dem Dentin der Mund- und Hautzähne der Selachier; denn Markert berücksichtigt bei diesen unter der Lupe sichtbaren Verzweigungen der Dentinröhrchen von der Central-Höhle aus zwei andere Röhrchensysteme gar nicht.

Die Röhrchen des Dentins entspringen zum Theil von der inneren Stachel-Höhle, zum Theil von der Oberfläche des Stammes (Fig. 13). — Der Mantel, welcher gleichfalls aus Dentin besteht, bedeckt auch die Seiten des Stachels; aus der Haut herausragende Theile zeigen auch in den Querschliffen den Querschnitt des Stammes bis über die Seitenflächen hinaus von dem Mantel überdeckt. —

Unter der äussersten Schicht des Stachels, welche mit Schmelz bedeckt ist, liegt eine Pigmentschicht, in welche die Fasern des Schmelzes ohne scharfe Grenze auslaufen [vgl. Benda (Fig. 7), Markert (Fig. 12), Fig. 14 dieser Arbeit].

Die Kanäle des Mantels erscheinen als meist ovale, ab

*) Diese Figur habe ich im Wesentlichen in Fig. 12 reproducirt.

und zu mit einander communicirende Oeffnungen, welche in einer der Oberfläche des Stammtheiles parallelen Reihe angeordnet sind und ein Netzwerk bilden, [Benda (Fig. 7), Markert (Tafel 46, Fig. 9), Fig. 13 b, c, 14 d dieser Arbeit)], welches zum grossen Theile aus Längskanälen besteht, die durch kurze Querkanäle mit einander in Verbindung treten.

Da wo sich die zweite Bildung von der ersten deutlich abhebt, besteht eine Communication der Längskanäle mit dem den Stachel umhüllenden Corium, Fig. 12 d. —

„Die Kanäle sind von wechselnder Weite; immer aber zeichnet sich jederseits ein Kanal, der nahe dem Rande des Mantels hinzieht und als „Randkanal" (Fig. 13 b) bezeichnet werden mag, durch seine besondere Weite und durch die etwa dreieckige Gestalt seines Querschnittes vor den übrigen aus."

Nach Benda's Auffassung ist der Stachel aus einem eigentlichen, von Dentin gebildeten Stachel und einer gleichfalls aus Dentin bestehenden Placoidschuppe zusammengesetzt. Letztere, welche wie „ein halber Kegelmantel" den Stachel überdeckt, entspricht Markert's „Mantel", der Stachel Markerts „Stamm". —

Nahe der Verwachsungsstelle des Stachels mit der Körperhaut bildet der Mantel nur eine dünne Decke, während er gegen die Spitze (Fig. D u. E im Texte bei Markert) des Stachels hin etwas dicker wird, aber sonst dieselbe Beschaffenheit behält. Die den „Randkanal" umschliessenden seitlichen Theile des Mantels sind überall bedeutend verdickt. —

Das den Stammtheil des Stachels bildende Dentin zeigt eine fast homogene Grundsubstanz, von der Markert einen Theil als „innere Randschicht" bezeichnet, welche die Pulpa-Höhle unmittelbar umgiebt. — In die Grundsubstanz dringen von der Aussen- und Innenfläche Röhrchen ein; zwischen beiden Kanalsystemen befindet sich eine von Markert als „Längsfaserschicht" bezeichnete Schicht (Taf. 46, Fig. 4—7 l), welche Benda (pag. 261) nach ihren Verhalten als „granulirte Schicht" geschildert hatte. (Fig. 7 g bei Benda, Fig. 13 f und 14 g dieser Arbeit.) — Markert legt Gewicht darauf, dass diese

Granulirung durch die Querschnitte von Längsfasern vorgetäuscht werde. —

Ich kann der Markert'schen Beschreibung insofern zustimmen, als in der That in dieser Richtung Längsfasern zu finden sind. Die feine Punktirung der Schicht rührt indessen vielleicht nicht ausschliesslich von den Querschnitten der Grundsubstanzfasern her, wie Markert angiebt, sondern von den Durchschnitten der in dieser Schicht besonders fein verzweigten und auch vorwiegend längs verlaufenden Dentin-Röhrchen. —

Ganz abweichend von der Ansicht Markert's sind meine Untersuchungen in Bezug auf die Gefässkanäle.

Markert beschreibt dieselben folgendermassen: Das Kanalnetz liegt nicht auf der Grenze zwischen Stamm und Mantel, sondern die Kanäle gehören ausschliesslich dem letzteren an.

Diesen Punkt hebt Markert besonders im Gegensatze zu der von Benda gemachten Angabe hervor, dass die Gefässkanäle die Grenze zwischen dem kegelförmigen Mantel des Knorpelstrahles (Markert's „Stamm") und dem Placoidbelage (Markert's „Mantel") kennzeichnen. —

Meine Beobachtungen (Fig 13 b, c, u. 14 d) bestätigen Benda's Ansicht, dass „die Gefässkanäle . . . die Grenze zwischen den beiden Dentin-Arten noch im fertigen Stachel bezeichnen." —

Benda erklärt, dass in dem centralen Theile Verzweigungen von Dentinkanälchen radiär nach aussen von der Umhüllung des Knorpels ausstrahlen und sich mit Dentinröhrchen begegnen, die von den Gefässkanälen radiär nach innen einstrahlen; dass ferner Dentinröhrchen radiär nach aussen von den Gefässkanälen aus in den Placoidmantel ausstrahlen.

Markert bestätigt die zwei sich begegnenden Systeme von Dentinröhren in dem Stammtheile, behauptet aber, dass von Gefässkanälen, ausser den radiär nach aussen verlaufenden, auch noch Mantelkanäle radiär nach innen strahlen. —

Die Ansicht Markert's enthält eine grosse Unwahrscheinlichkeit, da das Verhältniss der von den Gefässkanälen

nach innen verlaufenden Dentinröhren zu den äusseren Stammesröhren absolut unklar bleibt; letztere würden, wenn Markert's Beschreibung zuträfe, wie es in seiner Abbildung (Fig. 6) auch wiedergegeben ist, blind aus der Grenzschicht zwischen Mantel und Stammdentin entspringen. — Ich habe, wie erwähnt, noch einmal Schliffe des ausgebildeten Stachels verglichen, (s. Benda's Fig. 7), und habe von demselben Präparate, welches Benda für seine Zeichnungen verwandt hatte, Theile (Fig. 14) abbilden lassen, sowie einen neuen Schliff (Fig. 13); bei d und e in Fig. 14 und Fig. 13 b, c, e ist das fragliche Verhältniss mit Deutlichkeit zu sehen, so dass ich an Benda's alter Beschreibung festhalten muss. — Markert's Beschreibung ist mir nicht verständlich, da ich nicht annehmen darf, dass er entweder schräge oder zu dicke Schliffe untersucht hat.

Meine Beobachtungen in dieser Beziehung sind folgende:

Die um jeden Gefässkanal zu innerst liegenden Dentin-Lagen, welche den Abschluss der Mantelhöhle vollenden, zeigen eine etwas abweichende (stärkere) Lichtbrechung: hierdurch tritt eine Schichtung der thatsächlich einheitlichen Dentin-Masse in Erscheinung. — Diese Verhältnisse hat Markert an der inneren Oberfläche des Stammtheiles richtig erkannt, in jener Bildung, die er als „innere Randschicht" bezeichnet; er erklärt dieselbe ausdrücklich als keine besondere Substanz. —

Gerade die gleiche Randschicht aber liegt vorzugsweise an den grossen Randkanälen dem Stamme auf und ist hier von ihm verkannt worden. In den letzten Dentinlagen verlaufen ferner ausserdem, je weiter man in die Spitze des Stachels hineinkommt, die Hauptstämme der Dentin-Röhren in longitudinaler Richtung, — wie dies auf Benda's Fig. 9 richtig angedeutet, dagegen auf Markert's Fig. 3 unzutreffend dargestellt ist, — und werden infolgedessen auf den Quer-Schnitten und Schliffen vielfach quer abgeschnitten; — hierdurch tritt zwischen ihren weiteren, den Gefässkanälen abgelegenen Verzweigungen und den Gefässkanälen selbst, jene Discontinuität auf, welche Markert offenbar zu der Annahme

verleitet hat, dass eine besondere zwischen den Gefässkanälen und den Röhrenkanälen liegende Schicht vorhanden sei. —

c) Der embryonale Rückenstachel von Spinax acanthias.

Markert hat Stacheln von 4 verschiedenen Entwicklungs-Stadien untersucht, die er A, B, C, D bezeichnet. — Einige sind jüngere Stadien als die von Benda; die Grösse derselben giebt Markert nicht an; ich konnte daher nur aus seinen Zeichnungen einen Vergleich mit den von mir untersuchten Stadien ziehen.

Auch ich habe keine so jungen Stadien wie Markert zur Verfügung gehabt und muss infolgedessen für die jüngsten Stadien die Angaben Markert's hier kurz wiedergeben, da sie mit meinen Schnittserien eines etwas späteren Stadiums (Stadium C von Markert) bis auf einige Differenzen sehr wohl in Einklang zu bringen sind. —

Der wichtigste Punkt der jüngeren Stadien ist die Anlage und Ausbreitung der Epithelscheide, von der Markert gegenüber Benda, der diesen Punkt garnicht berührt hat, sehr wichtige und durchaus zutreffende Angaben gemacht hat.

Markert schildert diese Verhältnisse sehr eingehend. Im jüngsten Stadium Markert's (A), auf Taf. 47, Fig. 13, sehen wir das aus einem an Zellen reichen Bindegewebe bestehende Corium der Flosse und in im bereits das obere Ende des Stachelknorpels: darüber befindet sich die mehrschichtige Epidermis, welche sich direkt vor dem Knorpel in Form eines durch eine dünne Bindegewebslage von diesem getrennten soliden Zapfens tief in das Corium einsenkt; — dieser Epidermis-Zapfen stellt, wie Paul Mayer (1892 p. 280) zuerst erwähnte, das Schmelzorgan dar. — In den nächsten Stadien war der Schmelz-Zapfen stärker ausgebildet; — unter ihm war Hartsubstanz des Stachels aufgetreten, deren erste Anlage schon im ersten Stadium (A) zu erkennen war; — die Hartsubstanz ist jetzt nicht nur hinter dem Knorpelstab vorhanden, sondern sie ist auch vor ihm, am Schmelzepithel entlang, ent-

standen; beide Hartsubstanzen vereinigen sich an der Spitze mit einander; ihre Verschiedenheit an der Vorder- und Hinterseite liegt nur in ihrem ungleichen Verhalten gegen Farbstoffe. —

Durch die allmähliche Ausbreitung des Bindegewebes werden bei der Bildung der vorderen und hinteren Hartsubstanz zwei rinnenförmige Platten dargestellt, deren Entstehung Markert eingehend beschreibt; — durch diese beiden Platten, welche sich aneinander legen, werden dann die Hohlräume abgegrenzt; die mittlere Höhle, welche durch die beiden Platten abgeschlossen ist, bezeichnet Markert als „Stammhöhle“ (Pulpahöhle), während die verschmolzenen Seitenhöhlen als „Mantelhöhle“ aufgefasst werden; — als Rest des früher Mantel und Stamm trennenden Raumes bleibt der „Randkanal“.

Auch im jüngsten von mir untersuchten Stadium, welches wie erwähnt, dem Stadium C von Markert entspricht, ist die ausschliessliche Lagerung der Epithelscheide an den Vorder- und den Seiten-Flächen der Stachel-Anlage festzustellen, während die ganze Hinterfläche niemals einen Epithel-Belag aufweist. —

Bei der von mir gemachten Schnitt-Serie des jüngsten Stadiums von 6 cm Körperlänge, von der ich auf Fig. 15 einen Schnitt abbilde, hat die Eisen-Haematoxylin-Methode eine sehr gute Darstellung der Bindegewebsfasern ermöglicht, welche Markert als blasse Fasern allerdings auch gesehen hat: meine Präparate bestätigen, wie schon erwähnt, in den meisten Punkten seine Darstellung, welche er von diesem Stadium gegeben hat: — namentlich ist die von ihm als Bildung der „Platten“ geschilderte Anlegung der Hartsubstanz durch die bezeichnete Methode sehr gut zu erkennen: — wir sehen, dass die „Platten“ durch Zusammenlagerung von Bindegewebsfasern entstehen und können also Markert's Angaben hierüber unterstützen; er fasst dieselben S. 701 in folgendem Satze zusammen:

„Die an der primaeren Hartsubstanz des Stachels beobachtete Längsfaserung rührt von Bindegewebsfasern her, welche den wesentlichsten Bestandtheil derselben darstellen.“ —

Eine Unklarheit in Markert's Beschreibung möchte ich jedoch hervorheben: Eine von Zellen ausgefüllte Schicht zwischen der Anlage des Mantels und der des Stammes geht nach hinten in die zellreiche Bindesubstanz über, Fig. 15d; sie bildet die Anlage einer Grenzhöhle, von der schon in diesem Stadium unklar ist, warum sie Markert als „Mantelhöhle" bezeichnet. —

Die nächsten Entwicklungsstadien, welche ich an Embryonen von 14, 16 und 25 cm Kopfschwanz-Länge untersuchte, boten untereinander keine besonderen Verschiedenheiten dar. —

Meine aus diesen Untersuchungen gewonnenen Bilder schliessen sich in manchen Beziehungen denen Markert's an; ich habe vorzugsweise auch einige Punkte Markert's bestätigen können, die von Benda s. Zt. übersehen worden sind, besonders die stellenweise Communication der centralen Höhle mit der zwischen Mantel und Stamm gelegenen, wie sie Markert in Fig. 31, sowie in einigen der vorhergehenden Figuren abbildet, (s. Fig. 11, 16, 18 dieser Arbeit). Dagegen ergeben sich stets Differenzen zwischen meinen Bildern und denen Markert's in Bezug auf die Lagerung der von ihm als Mantelhöhle bezeichneten Bildung, sowie hinsichtlich der Dentinfikations-Vorgänge, deren Verkleinerung und allmählichen Umbildung in Gefässkanäle.

Die Unterschiede ergeben sich, wenn wir unsere Fig. 16, 17, 18, 19 mit Markert's Fig. 30, 31 und 32 vergleichen.

Es zeigt sich erstens, dass die centrale Begrenzung der Höhle die unmittelbare Verlängerung des hinteren mantelfreien Theiles des Dentin-Stammes bildet, während Markert angiebt und durch Zeichnungen zu beweisen sucht, dass durch besondere Auflagerungen die Höhle verknöchert. Zweitens sehen wir, dass die Dentinröhren aller von der Höhlenwand nach innen abgelagerten Dentin-Lamellen mit den äusseren Dentinröhren des Stammes ein zusammenhängendes Verästelungs-System bilden; aus diesen Gründen müssen wir daran festhalten, die Höhle nicht als „Mantelhöhle", sondern als „Grenzhöhle" zu bezeichnen.

Es bleibt in Markert's Abbildungen unklar, wie das

äussere System von Dentinröhren des Stammes stellenweise blind an der Grenze dieser äusseren Dentinschicht beginnt, stellenweise — wie in Fig. 31 — baumförmig sich in die Dentinröhren des Mantel-Dentins fortsetzt.

In meinen Präparaten kann ich nur ein einheitliches System von Dentinröhren erkennen, welches von der Grenzhöhle (Markert's „Mantel-Höhle") radiaer in die äussere Stammdentinschicht einstrahlt. —

Die Verhältnisse des Stammes und des Mantels stellen sich auf allen Querschnitten ausserordentlich einfach; die in den tieferen Theilen kreisförmige Querschnitt-Figur des Stamm-Dentins öffnet sich nach oben hin an der vorderen Circumferenz, so dass sie nunmehr zunächst einen Dreiviertel-Kreis, später einen Halbkreis, endlich nur ein Kreis-Segment, beschreibt, und die centrale Höhle mit der Randhöhle nach vorn hin vollständig sich vereinigt. —

Durch Anlagerung des Stammes an den Mantel treten hin und wieder in dem Spitzen-Theile Unterbrechungen der Randhöhle auf, so dass diese auf Gefässkanäle reduzirt wird; gleichzeitig treten aber auch die in den tieferen Schnitten (Fig. 16) als weite Hohlräume vorhandenen beiderseitigen Hinter-Abschnitte der Randhöhle immer weiter nach vorn und vereinigen sich schliesslich (Fig. 17) mit den gemeinschaftlichen Hohlräumen, so dass in den Spitzen-Theilen eine Abschliessung der beiden sog. Rand-Kanäle Markert's, wie sie derselbe in Fig. 30 abbildet, durchaus in Abrede gestellt werden muss. —

Markerts Fig. 30, welche ebenso wie Fig. 31, durch je zwei auffällige Hohlräume im Innern des Stamm-Dentins den Verdacht auf irgendwelche artificielle Verunstaltung rechtfertigt, kann ich mit meinen Beobachtungen nicht in Einklang bringen. —

In der äussersten Spitze bleibt an dem Stamm-Theile eine nach hinten convexe, nach vorn leicht concave Platte übrig, die von der nach vorn convexen, nach hinten concaven Mantel-Platte an den Seiten umfasst wird, und übrigens selbst da, wo eine innige Anlagerung beider, wie in

Fig. 17, erfolgt ist, durch den Verlauf der Kanäle sehr wohl unterscheidbar ist. —

Meine Beobachtungen decken sich in dieser Beziehung durchaus mit Markert's Fig. 29, die aber mit seinen Fig. 30 u. 31 unvereinbar ist. — Kurz und gut, bei meinen Figuren ist in allen Querschnitten stets eine scharfe Trennung zwischen Mantel und Stamm erkennbar, und von einem direkten Umschlage des Mantel-Dentins in das Stamm-Dentin, wie es Markert in Fig. 30 u. 31 abbildet, nichts zu sehen. —

Ein medianer Längsschnitt des Stadiums von 25 cm, Fig. 11, welches dem Längsschnitte Markert's (Fig. 28), — abgesehen von den durch meine Färbungen erzielten Vortheilen, — vollständig ähnlich ist, zeigt, dass auch in der äussersten Spitze keine Continuität zwischen Mantel- und Stamm-Dentin besteht, und dass hier das Stamm-Dentin in eine nach oben verlaufende Bindegewebsplatte ausläuft, was an meinen Präparaten durch die van Giesonsche Färbung sehr deutlich zu sehen ist (bei*). —

Diese Beobachtung lässt sich sehr wohl mit der Markert's vereinigen, dass auch an der Spitze die Hinterfläche des Stachels von keiner Einsenkung des Epithels überdeckt wird und also prinzipiell von dem unter der Epithelscheide entstehenden Dentin des Mantels verschieden ist. —

Die Histogenese der Stachel-Substanzen, auf welche ich hier nur anhangsweise eingehen kann, ist in den verschiedenen älteren Stadien, deren untere Theile stets in fortschreitender Entwicklung begriffen sind, mit grosser Deutlichkeit zu verfolgen.

Wir sehen den ausgebildeten Stachel aus Schmelz, der pigmentirten Schicht des Mantel-Dentins und dem bis auf das Fehlen des Pigments gleichgebauten Stamm-Dentin zusammengesetzt (s. Fig. 13, 14, 19).

Besonderes Interesse erheischt die in meiner Arbeit vorläufig als „Schmelz“ bezeichnete Schicht, weil von einigen Seiten Zweifel über deren Charakter aufgetaucht sind. — Das Wesentlichste für die Auffassung wird sein, den Beweis für die Genese dieser Schicht zu bringen.

Eine Ausbildung der schmelzartigen Oberflächen-Schicht kommt nur in dem Mantel-Theile zu Stande, und in Übereinstimmung damit finden wir auch eine Epithelscheide während der Entwicklung nur in dem Bereiche dieser Bildung angelegt, also auf der vorderen oberen Fläche der Anlage, d. h. der oralen, und auf den Seiten. —

Diese Schicht stimmt durchaus (Fig. 14a) mit allen Vorstellungen, die wir uns vom Schmelz gebildet haben, besonders aber auch durch die Abgrenzung gegen das unten liegende Dentin, völlig überein. —

Für die Genese dieser Schicht aus dem Epithel finden wir bei dem Flossenstachel ein wichtiges Criterium: — in den tiefsten Stellen (Fig. 21), wo die den Stachel bedeckende Epithel-Schicht in das Haut-Epithel umschlägt, ist sie von einer an Pigment-Zellen äusserst reichen Bindegewebs-Schicht unterlagert, auf der sie wie auf einer Basal-Membran aufgepflanzt ist. —

Wenn wir von dieser Stelle distal die Präparate verfolgen, so findet sich die Ablagerung der parallel gestreiften Schicht von Hartgebilde, die wir als „Schmelz“, Röse als „Vitrodentin“ auffassen, oberhalb der Pigment-Schicht, (Fig. 21a, 22a). —

Das zellige Epithel-Lager entfernt sich somit von der Epithelschicht in demselben Maasse, wie die Ablagerung der fraglichen Schicht erfolgt (Fig. 21 und 22); es scheint stellenweise, dass sich die hohen Cylinderzellen des Schmelzkeimes in demselben Maasse abflachen, wie sich die Schmelzschicht verbreitert; letztere ist in meiner Fig. 23 allerdings nicht richtig erkennbar, da diese Figur aus einer anderen Abtheilung des Stachels, als die beiden vorhergehenden Figuren, nämlich der Seitenkante, herstammt, wo überhaupt das Schmelz-Epithel sehr viel höher ist. —

Den Fortschritt der Dentifikation in der Mantelschicht habe ich auf Längsschnitten untersucht:

Wenn wir zuerst die Bildung des äusseren Mantels verfolgen, so finden wir an den tiefsten Stellen des Stachels, wo noch keine Spur von Dentifikation erkennbar ist, ein aus

grossen, grosskernigen unregelmässig an einander gelagerten Zellen gebildetes Lager durch eine fibröse Schicht, die zahlreiche weit verzweigte Pigment-Zellen enthält, von dem oben erwähnten Epithel getrennt (Fig. 18b, 19b, 21b, 22b). — Entsprechend der Ablagerung des Schmelzes, aber etwas hinter ihr zurückbleibend, erfolgt zuerst eine Verkalkung der fibrösen Schicht ohne erkennbare Betheiligung der darunter liegenden Zellen (18b, 19b, 22b) in genau der Ausdehnung, welche die nicht verkalkte Fortsetzung dieser Lage erkennen lässt, auch mit Einschluss der Pigment-Zellen; — solche Pigment-Zellen sind von Hertwig auch an anderen Zähnen innerhalb der Dentin-Röhren beschrieben worden. Benda hat sie Fig. 9, Markert Fig. 4—7 und Fig. 12 abgebildet. —

Im Anschluss an diese beiden Autoren können wir feststellen, dass dieselben vollständig in das Dentin mit eingeschlossen sind, unabhängig von Dentin-Röhren; es handelt sich um echte, (Fig. 14b, 21b, 22b), in die Dentifikation eingeschlossene Pigment-Zellen. Erst unterhalb dieser erwähnten pigmentirten Schicht lagern sich die Zellen in regelmässiger Weise (Fig. 22c), der Innenfläche des Hartgebild-Mantels an, und man sieht jetzt eine Ablagerung auftreten, welche in ziemlich regelmässigen Intervallen die annähernd parallel verlaufenden Protoplasma-Fortsätze der erwähnten Zellen enthält; die Zellen liegen jetzt in der Innenfläche des Hartgebildes in einer regelmässigen, an die Odontoblasten-Lagen der höheren Zähne entfernt erinnernden Weise an; ein Aufgehen von Zellen in die Hartgebildsmasse ist nicht erkennbar. —

Die Lagerung der Odontoblasten gegen die kegelförmige Dentin-Lamelle ist fast genau die gleiche, wie hier beschrieben, und hat ausserdem eine grosse Ähnlichkeit mit der Anlagerung der Zellen in den Markräumen des Trygon-Stachels: — sehr häufig lassen sich zwei etwas verschiedene Zell-Arten unterscheiden, die eine, die sich der Dentin-Lamelle mehr flach anlegt (s. Benda's Fig. 8, Markert's Fig. 23) und kurze Ausläufer in das Dentin einschickt, eine andere zweite Art, die mit ihrer Längsachse mehr senkrecht gegen die Dentin-Lamelle gerichtet ist und ihre Fortsätze in grosse Dentin-Röhren ein-

schickt. — Es wiederholt sich hier das Bild, welches Hertwig in seinen Figuren 8 und 11 dargestellt hat. —

Bei den senkrecht gestellten Zellen hat es häufig den Anschein, als ob ganze Bündel von Tomes'schen Fortsätzen in die grossen Dentin-Röhren eindringen, wie auch von Markert bestätigt wird. —

An der untersten Grenze des Dentinkegels ist auch in den neuen Präparaten (Fig. 20) das Bild, welches Benda in Fig. 10, Markert in Fig. 27, gegeben haben, im Wesentlichen wiederzufinden; — die Odontoblasten sind hier mit ihrer Längsrichtung parallel der Dentin-Oberfläche gestellt und zeigen vorwiegend Spindelform.

Mit Benda's neuen Färbungen (Eisen-Haematoxylin — van Gieson) ist ein reichlicheres Vorhandensein einer fibrillären Intercellular-Substanz an dieser Stelle erkennbar (Fig. 20). Die Fibrillen lassen sich oft direkt in die Dentin-Substanz hinein verfolgen.

In der Gesammtauffassung der Stacheln unterscheiden sich Benda und Markert in einigen Punkten:

Benda bezeichnet die oberflächliche Dentin-Schicht, Markert's Mantel, als Repräsentanten des eigentlichen Placoids, als eine halbe kolossale Placoidschuppe des Hertwig'schen Schemas, in deren Pulpa der Flossenstachel, d. h. jener Dentinkegel, Markert's Stammtheil, gelegen ist.

Die Gefässkanäle sind der Rest der Grenzhöhle zwischen beiden, somit, auf die Placoidschuppe bezogen, ein Theil der Pulpa-Höhle, deren unterer Theil von dem Knorpelkegel eingenommen würde.

Den Dentinkegel sieht Benda als eine Duplicatur des Hautplacoids an, betont aber ausdrücklich, dass die Odontoblasten des letzteren von vornherein mit denen des Placoids in Zusammenhang gewesen sein müssen. —

Markert hält diese Auffassung für zu komplicirt (p. 713) und nimmt an, dass der Stammtheil lediglich eine modificirte Basalplatte der typischen Placoidschuppe darstellt, glaubt aber das ganze Gebilde als einen einfachen Zahn auf den Typus der

Placoidschuppe zurückführen zu können. — Er giebt allerdings zu, dass die Entwicklung des Stammtheiles sehr viele Abweichungen von dem Verhalten einer Basalplatte hat; er stellt in zwei Textfiguren (p. 712) ein Schema auf, welches angeblich die Identität beider beweise, und in denen in der That der in Entwicklung begriffene Flossenstachel nur eine vergrösserte und weiter in die Haut eingesenkte Placoidschuppe wäre. — Er betrachtet den Knorpel-Abschnitt als einzige Pulpahöhle und die Gefässkanäle als dem Mantel zugehörig. —

Die Untersuchungen Markert's bestätigen Benda's Auffassung, dass auch in so frühen Stadien, wie sie Benda gar nicht untersucht hat, die Anlage der Hartsubstanz in der Hinterplatte, d. h. dem Stammtheile, ganz unabhängig von dem Mantel stattfindet. Andererseits muss ich darauf hinweisen, dass auch von Benda der Zusammenhang der Odontoblasten zugegeben ist, und dass er durch die Bezeichnung des centralen Kegels als Duplicatur des Placoids keine so schroffe Trennung beider Gebilde ausdrücken wollte, wie sie Markert (p. 712) ihm unterlegt, und die er für unverständlich erklärt; Markert's Beschreibung (p. 712) steht eigentlich in gewissem Sinne im Wiederspruche zu den Ausführungen p. 713, wo er selbst Gründe gegen die Deutung des Stammes als modificirte Basalplatte anführt. —

Vor allen Dingen darf ich es wohl als gänzlich vom Typus der Basalplatten abweichend bezeichnen, dass ihre Bildung derjenigen der eigentlichen Placoidschuppe, wie auch Markert zugiebt, so bedeutend vorauseilt, dass die Bezeichnung Benda's einer unabhängigen Dentification nahezu gerechtfertigt erscheint.

Ich glaube auch nach meinen Beobachtungen Benda's Beschreibung unterstützen zu können, dass es sich um eine Bildung sui generis, um eine Duplicatur des Placoids, handelt, welche den Flossenstachel aus der Reihe der Placoidgebilde heraushebt. —

Das gesammte Material habe ich dann noch nach verschiedenen Fragen, die sich aus der vorhandenen Litteratur ergeben, geprüft.

Wir kommen zunächst zu der besonders von Tomes und

Röse erörterten Klassifikation der in den betreffenden Organen vertretenen Hartgebilde:

Bei der Oberfläche anfangend, würde sich zuerst die Frage ergeben, ob wir das Recht haben, die Oberflächenschicht als „Schmelz“ zu bezeichnen.

Ich glaube, dass die von mir gemachten Befunde bei beiden Gebilden keinen Zweifel lassen, dass wir hier wichtige Daten für diese Frage, wenigstens bei Spinax, gefunden haben; die in Rede stehende Substanz unterscheidet sich allerdings in wesentlichen Punkten von dem Schmelz, wie wir ihn bei Säugethieren sehen; vor allen Dingen sehen wir, namentlich bei Trygon, dass von einer säulenförmigen Anordnung, welche auf die Genese aus einzelnen Zellen hinweist, keine Andeutungen zu finden sind; dagegen sind in der verticalen Streifung bei Spinax diese Andeutungen vorhanden; bei Trygon wäre ferner eine sehr auffällige Verbindung mit der unterliegenden Schicht, die sich in deutlicher Fortsetzung der innerhalb dieser gelegenen Grundfaser kennzeichnet, als Beweismittel gegen eine epitheliale Herkunft dieser Schicht verwendbar; dagegen ist bei Spinax die Abgrenzung eine ausserordentlich scharfe; trotzdem lassen sich auch bei Trygon Andeutungen finden, dass Epithel-Zellen bei der Bildung dieser Schicht betheiligt sind. —

Demnach würden wir schliessen können, dass die Bildung des Schmelzes hier vollständig analog wie bei den höheren Wirbelthier-Zähnen vor sich geht, indem eine von der Basis der Epithel-Zellen, die hier dem inneren Schmelz-Epithel der höheren Zähne entsprechen würde, fortschreitende Umwandlung der Zellleiber die Grundlage des Prozesses bildet; — eine interessante Differenz ist dahin festzustellen, dass bei dem Placoid-Schmelz nur die Cylinderzellenschicht eines mehrschichtigen Cylinder-Epithels betheiligt ist, die übrigen Lagen des Epithels dagegen offenbar einem Untergange anheimfallen. — Diese zu Grunde gehenden Schichten stehen in Analogie mit den bekannten dem Verfalle anheimgegebenen Zellen des Schmelzorganes. —

Immerhin könnten hier einige Einwände erhoben werden. Dagegen muss ich mich gegen die Auffassung wenden, die von

Röse vertreten ist, dass diese Schicht dem Schmelzoberhäutchen entsprechen könne; diese Auffassung entspringt einer völlig ungerechtfertigten Deutung des Begriffes „Schmelzoberhäutchen“; — von einem solchen können wir nach Ebner doch nur dann reden, wenn als Abschluss einer epithelialen Schmelzbildung die cuticularisirte Oberflächen-Schicht, also die distalste, des Schmelz-Epithels schliesslich in die Umwandlung mit einbezogen wird; — wenn man aber, wie Röse, die Betheiligung der Zellen selber an der Schmelzbildung leugnen will, so ist es absolut unbegreiflich, wie schliesslich deren distale Schicht mit den an ihrer proximalen Fläche entstehenden Hartgebilden in Zusammenhang treten soll. — Wir sehen allerdings am Trygon-Stachel stellenweise horizontale Lagen sich der fraglichen Oberflächen-Schicht anlegen; wir glauben dieses Bild aber so deuten zu müssen, dass hier vielleicht von dem mehrschichtigen Epithel, nach vollständiger Umbildung der untersten Zelllagen, Theile der sonst zu Grunde gehenden folgenden Schicht mit verkalken. —

Dass wirklich Epithel in die Oberflächen-Schicht eintritt, ist bei dem Spinax-Stachel, wie uns scheint, mit aller Sicherheit nachzuweisen. —

Wir wiesen bereits oben darauf hin, dass wir an der pigmentirten Cutis ein sicheres Criterium für die Abgrenzung des Epithels besitzen, und dass wir nach diesem Criterium den Übergang von Epithel in die Oberflächen-Schicht des Spinax-Stachels verfolgen können. —

Nach den pag. 40 gemachten Ausführungen können wir behaupten, dass das Hartgebilde auf Kosten der Epithel-Schicht abgelagert wird, und somit, ganz entsprechend der Auffassung von Hertwig, Tomes, P. Mayer und Markert, ein echter epithelialer Schmelz ist. —

Wir kommen nun zu der eigentlichen Grundsubstanz:

Sowohl die oberflächlichen Lagen, als auch die tiefer gelegenen, weichen, wie das von allen Seiten anerkannt wird, in nicht unerheblichen Punkten von dem Dentin der höheren Thierzähne ab. —

Wir haben zweierlei Dentin zu unterscheiden: Das eine, welches von Röse als „echtes“ Dentin angesprochen wird, das andere, welches dem Röse'schen „Trabecular-Dentin“ entspricht, (Osteodentin nach Tomes). — Über die Tomes'sche Bezeichnung „Osteodentin“ giebt Röse[29]) folgende Erklärung:

Owen (Odontography, London 1840—45) bezeichnete die verschiedenen Abänderungen der zahnbeinartigen Hartgewebe nach grob-histologischen Merkmalen als Osteodentin, Vasodentin und Plicidentin.

Im Jahre 1877 wies Ch. Tomes (On the structure and Devellopment of vascular Dentine. Philos. Transact., Vol. 169, 1878) nach, dass bei verschiedenen Knochenfischen ein eigenartiges Zahnbein vorkommt, welches allein die Bezeichnung „Vasodentin“ verdient, und welches von dem Owen'schen Vasodentin sehr verschieden ist; das Owen'sche Vasodentin entspreche vollständig der um die Haversischen Kanäle abgelagerten Knochensubstanz, also den sogenannten Haversischen Systemen des Knochens. —

Tomes schlägt darum vor, das von Owen als Vasodentin bezeichnete Hartgewebe fernerhin Osteodentin zu nennen und den Ausdruck Vasodentin auf das echte Gefässzahnbein der Gadiden u. s. w. zu beschränken. —

Tomes unterscheidet also:

1. Hartes, gefässloses Zahnbein (Säugethiere u. s. w.).
2. Vasodentin (Merlucius, Schellfisch u. s. w.).
3. Osteodentin mit zahlreichen Zahnmarkkanälchen.
4. Plicidentin (Labyrinthoden). —

Sein „Trabecular-Dentin“ („Bälkchen-Zahnbein“) definirt Röse[29]) folgendermassen:

„Hartgewebe, welches ohne Beziehung zur Epithelscheide in Gestalt von einzelnen Bälkchen frei im Bindegewebe des jugendlichen Zahnmarkraumes oder in seiner nächsten Nähe entsteht, und welches allseitig wachsen kann. Das Gewebe enthält zahlreiche kurze Zahnbeinkanälchen, welche von protoplasmatischen Zellenausläufern angefüllt sind.“ —

Vor allem schliessen wir uns Röse gegen Tomes an,

an, dass die unter der von uns als Schmelzschicht bezeichneten gelegene Schicht als Dentin, und nicht, wie Tomes will, als eine zweite Schmelzschicht aufzufassen ist. —

Auch hier müssen uns namentlich die Beobachtungen am Spinax-Stachel und die Lagerung dieser Schicht gegen die durch das Pigment bezeichnete Cutis-Grenze überzeugen, dass keine Epithel-Betheiligung mehr vorliegt.

Der Dentin-Charakter ist durch das Vorhandensein von Röhren nachgewiesen, welche Zell-Fortsätze von den ausserhalb des Hartgebildes liegenden Zellen aufnehmen. —

Es ist aber darauf aufmerksam zu machen, dass sowohl in der oberflächlichen, von Röse als „echtes Dentin" aufgefassten Schicht, wie in dem Trabecular-Dentin, durchaus heterogene bei dem Dentin der höheren Thiere entweder fehlende oder stark reducirte Bildungen beigemengt sind. —

Das Tubular-Dentin vom Spinax (Fig. 14b, 21b, 22b) enthält eine fast unveränderte verkalkte Cutis-Lamelle mit den in ihr vor der Verkalkung eingeschlossenen Pigment-Zellen; dass diese Bildung nicht etwa beim Spinax isolirt ist, scheinen mir, ohne dass ich darüber weitere Beobachtungen besitze, die Mittheilungen über Pigment-Einschlüsse in der Oberfläche anderer Selachier-Zähne nahe zu legen. — Wenn diese Bildung bei höheren Zähnen nicht etwa ganz verschwunden ist, so wäre zu erwägen, ob wir in der vielfach diskutirten „Membrana praeformativa", in der nach Ebner ebenfalls eine unabhängig von den Odontoblasten gebildete Hartsubstanz zu sehen ist, nicht einen ererbten Rest dieser Bildung erblicken dürfen. —

Auch das Trabecular-Dentin ist mit reichen Bindegewebsfasern durchsetzt und schliesst sich damit dem Basal-Stücke der Placoid-Schuppen nach Hertwig's Schilderung an.

Von grossem Interesse ist, dass der tiefer gelegene Abschnitt des Spinax-Stachels (Fig. 11, 12), der in seiner Lagerung dem Trabecular-Dentin anderer Selachier-Zähne entspricht, zu einem einfachen Kegel-Mantel reduzirt ist und hier-

mit eine den Wurzeln höherer Thiere nahestehende Form annimmt. —

Benda ist vorläufig der Meinung, dass der Spinax-Stachel in der That die Übergangsform der Selachier-Zähne zu den höheren Thier-Zähnen bietet. —

Wir kommen nun zu der Frage der Beziehung der Epithel-Scheide zur Modellirung des Zahnes:

Wir können in der That bei unseren beiden Beobachtungsobjecten verfolgen, dass die dem Tubular-Dentin entsprechende Oberflächen-Schicht sich in nächster Anlehnung an das Epithel entwickelt. Das ist aber beim Spinax-Stachel, wie wir übereinstimmend mit Markert feststellen können, nur die an der Vorder- und Seitenfläche gelegene, von Benda als Placoid, von Markert als Mantel, bezeichnete Region; diese fehlt, wie ebenfalls Benda und Markert erklärt haben, an der Hinterfläche des Stachels, wo auch niemals eine Epithelscheide bestanden hat. — Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei Trygon. Hier ist an den Vorder- und Seiten-Flächen, vielleicht auch in der Nähe der Spitze an der Hinterfläche, die unter dem Epithel entstehende, also placoidartige, Deckschicht vorhanden; dagegen treten theils um die Gefässkanäle, theils an der hinteren Deckschicht, die gleichen Dentin-Massen auf, ohne dass an diesen Stellen je eine Epithelscheide existirt hat, selbst wenn dieselbe in der Nähe der Spitze auch auf die Hinterfläche kappenartig übergegriffen hat. — Selbst bei dem Spinax-Stachel ist, wie wir gesehen haben, diese Anlehnung an das Epithel seitens der Dentin-Anlage nicht so unmittelbar, dass nicht eine verkalkende Cutis-Lamelle diese beiden Schichten von einander trennte. — Wenn wir aber den Wurzelgebilden, sei es dem Trabecular-Dentin des Trygon-Stachels, sei es vor allem der noch reineren Dentin-Schicht des Spinax-Stammes, den Namen „Dentin“ zubilligen, so werden wir über die Feststellung nicht fortkommen, dass Dentin auch ohne Epithelscheide angelegt werden kann.*)

*) Die offenbar irrige Ansicht Röse's, nach der „regelrechtes Dentin stets nur an der Innenfläche einer epithelialen Mantelform, der Epithelscheide, seinen Ausgang nehmen kann“, hat Markert bereits (p. 715) bekämpft.

Wir brauchen auf die Frage nicht näher eingehen, ob die Odontoblasten dieser Bildungen nicht von dem subepithelialen Lager abstammen. — Diese Frage war für Spinax an unserem Materiale nicht zu entscheiden, soll aber auch nicht verneint werden; bei Trygon dagegen ist sogar mit einiger Sicherheit die Beziehung der Odontoblasten des Trabecular-Dentins zu dem Oberflächen-Dentin zu erkennen. —

Es scheint aber gerade in Bezug auf die von Brunn für die Wurzelbildungen der Säugethiere aufgestellten, bereits von Ebner angezweifelten, Behauptungen von Interesse, dass bei diesen Urformen der Zähne wurzelartige Bildungen sich von der Epithel-Schicht emancipiren und selbstständig in die Tiefe wuchern.

Die Frage der eigentlichen Histogenese der Dentin-Substanzen, welche ich S. 39 besprochen habe, ist an unserem Materiale im Ganzen nur wenig zu fördern; ich habe allerdings Bilder gesehen, welche sich an die von Benda gegebenen Abbildungen anlehnen; auch an den älteren Präparaten Benda's habe ich die Uebereinstimmung mit seinen Abbildungen festgestellt; — es ist aber, wie ich im Einverständnisse mit Benda hier mittheile, ein unmittelbarer Schluss auf das Wesen der Dentin-Bildung aus diesen Bildern nicht zu ziehen, gerade aus dem Grunde, weil die eigentliche Dentin-Bildung in den in Frage kommenden Wurzeltheilen der Selachier-Zähne mit ganz abweichenden Vorgängen, besonders Verkalkungen bindegewebiger Abschnitte, auf das Mannigfaltigste vermischt ist, wie dies Markert S. 717 resümirt, dessen Beobachtungen wir bestätigen können. —

Der in der That stellenweise erkennbare Einschluss ganzer Zellen in die Dentin-Balken würde demnach als für die eigentliche Dentification unerheblich erscheinen; die letztere ist wohl im Wesentlichen an die mit der Bildung Tomes'scher Fortsätze einhergehende fortschreitende Secretion persistenter Zellen (Odontoblasten) geknüpft. —

Ueber das auffällige Vorhandensein zweier verschiedenen Arten von Odontoblasten (S. 26 und 41) haben wir uns, ebensowenig wie Markert, ein abschliessendes Urtheil bilden können, und muss dieser Punkt späteren Arbeiten überlassen bleiben. —

Zum Schlusse sei es mir gestattet, auch an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Benda für die gütige Leitung bei dieser Arbeit meinen wärmsten Dank abzustatten, ebenfalls Herrn Professor Dr. Hilgendorf und Herrn Dr. Stadelmann für die bereitwillige und vielfache Rath-Ertheilung bei der Anfertigung der Tabellen und Zeichnungen.

Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Möbius, Direktor des Museums für Naturkunde, erlaube ich mir gleichfalls für die freundliche Erlaubniss, zu diesen Tabellen und Zeichnungen das Material des Museums benutzen zu dürfen, bestens zu danken.

Messungs-Tabelle der Stacheln
von
Trygon und Acanthias.

An einer grösseren Anzahl von Trygon und Acanthias habe ich im „Museum für Naturkunde“ das Verhältniss der Stachel-Länge zur Körper-Länge gemessen; — das vorhandene Material ganz vollständig zu diesen Messungen zu benutzen, war nicht gut angängig, weil ein grosser Theil der conservirten Präparate bei der Messung durch das Glas nicht zu verwenden, und ein Theil der trockenen Präparate unvollständig war. —

In der Anordnung habe ich mich nach dem Kataloge von Günther gerichtet. —

Erklärung der Abkürzungen.

K. = Körperlänge.
St. = Stachellänge.
M. = Museums-Nummer.
Glas = Messung nur durch Glas-Behälter.

Name der Art.	K. cm	St. cm	M.	Messung.
Trygon uarnak (Forsk)	23	$4^1/_4$	4646	
„ „ „	22	5	—	
„ „ Rüpp (Raja Arnak Bl.S.) Roth. Meer, Suez	27	5	4645	
„ „ „ „ „ „	28	5	D 44	
„ walga M. H.	5	$1^1/_2$	21528	
„ „ Singapore	16	6 d. unt. 3 d. ob.	7760	Glas.
„ imbricata Cantor, syn. mit walga, Coromandel	18	7 d. unt. 5 d. ob.	7585	
„ nuda Russ, syn. mit walga, Singapore	8	2	7759	„

(Fortsetzung.)

Name der Art.	K. cm	St. cm	M.	Messung.
Trygon nuda Russ, syn. mit walga, Singapore	6	1½	in dems. Gl wie vorher.	Glas
„ hastata Dekay, Westindien	50	17	13540	
„ dipterura, Jord. et Gilb. (Dasyatis dipt.) syn. mit hastata	29	6	11573	„
„ violacea Bp., Mittelmeer	10	2½	4642	„
„ pastinaca (L.) Mittelmeer (Bajac.)	12	6¼ d unt. 4¼ d. ob.	18266	
„ „ Triest	16	3½	4626	„
„ „ Jedo	23	4½	12735	
„ „ Nordsee	20	5½	4630	„
„ „ —	20	5	C 132	
„ akajei M.H., syn. m. pastinaca	15	3½	5268	„
„ „ „ „ „ „ „ Erhalten zum Schliff von von Herrn Prof. Hilgendorf	30	4	—	
„ margarita, Günther . . .	7	2½	9383	
„ imbricata (Bl. Schn.) . . .	15	3	8698	
„ brevicaudata, Hutten-Otago Es sind zwei übereinander liegende Stacheln vorhanden, der unten liegende ist stärker entwickelt und offenbar der neue.	71	21	D 1929	
„ (subg. Hypolophus) sephen (Forsk). Rothes Meer, Gisan	20	5½	4653	
Taeniura lymna (Forsk)	20	6 d. unt. 5 d. ob.	7819	
„ „ Rothes Meer,	27	10 d. unt. d. ob. abgebr.	18041	
„ „ „ „	22	7 d. unt. 4½ d. ob.	4658	
„ „ M. H. Mozamb.	23	6	14913	
„ motoro „ „ Paraguay	13	3½	12430	„
„ „ „ „ „	10	2	12358	„
„ „ „ „ „	17	5	12497	„
Urolophus cruciatus (Lac.) Jedo	17	3	12101	„
„ aurantiacus, syn. m. cruciatus Japan	16	4	7584	

(Fortsetzung.)

Name der Art.	K. cm	St. cm	M.	Messung
Urolophus cf. aurantiacus M. H. syn. m. cruciatus. Melbourne Es sind zwei Stacheln vorhanden à 6 cm, der neue noch nicht ganz ausgebildet.	33	6	D 1931	
„ torpedinus (Desm.), Habana.	14	2	5506	Glas
„ halleri Cooper., syn. m. torpedinus Californ.	13	3	11583	„
„ javanicus (v. Mart.), Batavia	20	3	5301	„
„ rogersi, Jord. et Starks, Sinaloa	22	4½	14038	„
„ asterias, Jord. et Gilb., Sinaloa	24	5	14037	„
Pteroplatea altavela (Gm.) Rio Jan.	19	1½	4648	
„ micrura (Bl.-Schn.) Rothes Meer	9	3	6231	
?	23	8 d. unt. 6¼ d. ob.	4659	
Myliobatis aquila (L.) Nizza	17	2½	12792	
„ „ („)	18	3	177 a	
„ „	30	11	24133	
„ cf. Nienhofi (Bl.-Schn.) Melbourne	47	6	D 1932	
„ californicus Gilb.	13	1½	11738	
Aëtobatis narinari (Euphr.) Ostindien	23	3½	7844	
„ flagellum, syn. m narinari (Bl.-Schn.) Bl. 3, T. 73 . .	15	2		
„ flagellum Coromandel Es sind drei Stacheln über einander vorhanden, — die beiden neuen sind abgebrochen, der älteste 2½ cm lang.	19	2½	7845	

Abkürzungen.

K. = Kopfschwanzlänge.
V.-St. = Vorder-Stachel.
H.-St. = Hinter-Stachel.
S. = Schwanz.
M. = Museums-Nummer.
Glas = Messung nur durch Glas-Behälter.
Die Zahlen in Klammern ( ) bedeuten die Länge des frei aus dem Körper herausragenden Stachel-Theiles.

Name der Art.	K. cm	S. cm	V.-St. cm	H.-St. cm	M.	Messung.
Cestracion philippi, Lac., Melbourne	70	10	4 (1½)	4 (1½)	7825	
„ „	64	12	7 (2½)	5½ (2½)	17178	
„ „ Neuholland	46	8	4 (1)	4 (1)	4533	
„ „	22	6	2 (1)	2 (1)	4896	Glas
„ heterodontus	17	5	3 (1)	3 (1)	11587	„
Centrina salviani (Risso) Nizza	51	9	7 (¼)	6 (¼)	22848	Skelett
Acanthias vulg., Risso, Nordsee	61	12	3½ (2)	4½ (3)	D 1490	„
„ „ Risso, Mittelmeer	42	8	2 (1)	3 (2)	—	
„ „ Nordsee	40	12	3 (1½)	3 (2)	4505	
„ „	63	9	4 (2)	5 (3)	—	
„ „ (Erhalten z. Schliff von Herrn Prof. Hilgendorf) . . .	62	—	—	5		
„ ? species	20	4	4½ (1)	4 (1)	21792	
„ ? species	25	5	2¾ (1)	2¾ (1)	—	
Squalus acanth. = ac. vulg.	57	11	4 (1½)	4 (2¾)	C 132	
Centrophorus sqamosus (Gm.)	114	20	7½	6½	14837	„

Figuren-Erklärung.

Trygon.

Fig. 1. Querschliff eines ausgebildeten Trygon-Stachels, nahe der oralen Oberfläche, Copie nach Benda's Fig. 1.
Mittlere Vergrösserung.

a) Schmelzartige Schicht,
b) Dentin-Deckschicht,
c) Trabecular-Dentin,
d) Gefässkanäle.

Fig. 2. Längsschnitt durch die distalen (ausgebildeten) Abschnitte eines wachsenden Trygon-Stachels von 10 cm Länge (Körperlänge 30 cm).
Färbung: Eisenhaematoxylin.
Schwache Vergrösserung.

A) Richtung gegen die Spitze des Stachels,
B) „ „ „ Basis „ „
a) Dentin-Deckschicht, zu Seiten-Stacheln ausgewachsen,
b) Grosse Randkanäle,
c) Trabecular-Dentin mit
d) Gefässkanälen.

Fig. 3, 4, 5, 6. Querschnitte durch den wachsenden Trygon-Stachel, (Körperlänge 13 cm).
Färbung: Eisenhaematoxylin.
Mittlere Vergrösserung.

Fig. 3. Querschnitt der Basis.

a) Epidermis,
b) Cutis,
c) Epithelscheide,
d) Seitlicher Umschlags-Rand der Epithelscheide,
e) Fibröse Anlage der Dentin-Deckschicht,
f) Oberflächliche Odontoblasten-Lage,
g) Fibröse Anlage von Dentin-Trabekeln, bei
h) im Zusammenhange mit der Deckschicht,
i) Pulpa-Räume mit Odontoblasten.

Fig. 4. Etwas distaler Querschnitt.

a-d) wie in Fig. 3,
e) Schmelzschicht,
f) Dentin,
g) Pulpa-Räume mit Odontoblasten.

Fig. 5. Weiterer distaler Schnitt.

a-g) wie in Fig. 4.
Epithelscheide c) nur an der Seite deutlich, an der Vorderfläche bei e) durch die Schmelzlage ersetzt.

Fig. 6. Querschnitt nahe der Spitze.

a) Epidermis,
b) Cutis,
c) Schmelz, am Seitenrande
d) am stärksten ausgebildet, (Epithelscheide nicht mehr erkennbar),
e) Dentin,
f) Pulpa-Räume.

Fig. 7. Querschnitt des Trygon-Stachels, 10 cm lang, (Körperlänge 30 cm), proximale Region.
Färbung: van Gieson.
Starke Vergrösserung.
Grenze zwischen Placoid-Dentin und Schmelz.

a) Schmelz,
b) Dentin,
*) Einstrahlen der Dentin-Grundfasern in die Schmelz-Schicht.

Fig. 8. Trygon-Stachel, 10 cm, (Körperlänge 30 cm). Querschnitt durch die Stachel-Basis.
Färbung: Eisenhaematoxylin.
Starke Vergrösserung.

A) Pulpa-Raum,
B) Balken des Trabecular-Dentins.
a) Oberflächliche Lage der Odontoblasten mit kurzen Fortsätzen,
b) Tiefe „ „ „ „ langen „ ,
c) Einstrahlen der letzteren in verzweigte Dentin-Röhren e).

Fig. 9. Querschnitt des Trygon-Stachels, 10 cm, (Kpl. 30 cm). distaler Abschnitt. Stelle vom Rande aus einer Grube zwischen zwei der Seiten-Rand-Stacheln.
Färbung: Eisenhaematoxylin — van Gieson.
Starke Vergrösserung.

a) Reste der Epidermis,
b) Schmelzschicht,
c) Schmelzoberhäutchen,
d) Dentin.

Fig. 10. Längsschnitt des jüngsten Stadiums des Trygon-Stachels (Körperlänge 6 cm).

Färbung: Eisenhamatoxylin — van Gieson.

a) Distale Hälfte.

a) Epidermis,
b) Cutis,
c) Epithelscheide,
d) Dentin-Deckschicht,
e) Oberflächliche Odontoblasten-Schicht,
f) Pulpa-Höhle mit
g) Dentin-Balken, die bei * mit der hinteren Deck-Lamelle des Dentins zusammenhängen,
h) Odontoblasten-Lager der Dentin-Balken.

b) Proximale (basale) Hälfte.

a-h) wie in 10a.
i) Umschlagsstelle der Epithelscheide,
k) Fibröse Balk-Schicht mit der Cutis zusammenhängend.

Spinax.

Fig. 11. Längsschnitt eines jungen Spinax-Stachels, (Körperlänge 25 cm).

Färbung: Eisenhaematoxylin — van Gieson.

Schwache Vergrösserung.

a) Epidermis, im Zusammenhange mit der Epithelscheide b) des Stachels,
b_1) Proximaler Umschlagsrand der Epithelscheide,
c) Mantel- (Placoid-) Dentin,
d) Stamm-Dentin, vordere Platte,
e) „ „ hintere „ an der Spitze der Anlage bei * in eine fibröse Platte auslaufend,
f) centrale Höhle mit Knorpelkegel, bei
g) Verbindung der Central-Höhle mit der Grenzhöhle,
h) Placoid-Schuppen der Epidermis.

Fig. 12. Längsschnitt eines älteren Spinax-Stachels, Copie nach Benda's Fig. 6.

Lupen-Vergrösserung.

a) Placoid-Dentin,
b) Tiefer Dentin-Kegel,
c) Centraler Knorpel-Kegel,
* Übergang der Placoid-Odontoblasten in die äussere Odontoblasten-Lamelle des Wurzel-Kegels.
d) Cutis,
e) Flosse.

Fig. 13. Querschliff durch die Spitze eines ausgewachsenen Spinax-Stachels.
Schwache Vergrösserung.
a) Centrale Höhle,
bb) Rand-Gefäss-Kanal,
cc) Gefäss-Kanäle der Grenzschicht,
d) Dentin des Stammtheiles, innere Lamelle,
e) Aussere Lamelle,
f) Granulirte intermediäre Schicht beider Lamellen,
g) Placoid-Dentin (Dentin-Mantel),
h) Schmelz.

Fig. 14. Querschliff eines ausgewachsenen Spinax-Stachels, (Benda's Präparat),
Starke Vergrösserung.
a) Schmelz,
b) Pigmentirte Dentin-Schicht,
c) Mantel-Dentin (Placoid),
d) Grenzgefäss-Kanäle,
e) Äussere Lamelle des Stamm-Dentins,
f) Intermediäre Schicht,
g) Innere Dentin-Lamelle,
h) Centrale Höhle.

Fig. 15. Querschnitt des jüngsten Entwicklungs-Stadiums (Kpl. 6 cm) von Spinax.
Färbung: Eisenhaematoxylin.
Starke Vergrösserung.
a) Epidermis, bei
*) als Epithelscheide in die Tiefe dringend,
b) Fibröse Anlage des Mantel-Dentins,
c) „ „ „ Stamm- „
d) Grenzhöhle,
e) Fibröse Scheide des Stachels,
f) Centraler Knorpel-Kegel.

Fig. 16, 17: Querschnitte durch das distale Ende eines Spinax-Stachels (Kpl. 14 cm).
Schwache Vergrösserung.
Fig. 16.
a) Epithelscheide (nur theilweise dargestellt),
b) Mantel-Dentin (Placoid),
c) Rinnenförmiges Ende des Stamm-Dentins, an der Hinterfläche in die fibröse Schicht d) übergehend,
e) Pulpa-Höhle, in offener Verbindung mit den beiden Seiten-Theilen der Grenz-Höhle ff). Die Grenzhöhle verläuft bei g)

in einen Spalt zwischen den beiden Dentin-Theilen (Stamm- und Mantel-Dentin).

Fig. 17.

a-e) wie in Fig. 16.
Den Eingang der Mantelhöhle bezeichnet eine kleine Ausbuchtung f); der Grenzspalt zwischen Mantel- und Stamm-Dentin g) ist durch starke Dentin-Röhrchen gekennzeichnet.

Fig. 18. Querschnitt des Spinax-Stachels (Kpl. 25 cm).
Schwache Vergrösserung.

a) Epithelscheide,
b) Schmelz,
c) Pigmentirte Dentin-Lamelle,
d) Mantel-Dentin (Placoid),
e) Grenzhöhle zwischen Mantel und Stamm, bei f) in Verbindung mit der centralen Höhle,
g) Centraler Dentinkegelmantel (Wurzel-Dentin),
h) Centrale Höhle mit Knorpelkegel i).

Fig. 19. Querschnitt eines ausgewachsenen Spinax-Stachels, (alter Schnitt Benda's).

a) Schmelz,
b) Pigmentirte Schicht,
c) Mantel-Dentin,
d) Grenz-Kanäle in Verbindung mit den beiden seitlichen Grenzhöhlen e) letztere in einen Grenzspalt zwischen Mantel- und Stamm-Dentin f) übergehend.
g) Ausseres Blatt des Stamm-Dentins mit Dentin-Röhrchen, die von den Grenz-Kanälen und den Grenz-Höhlen entspringen,
h) Inneres Blatt des Stamm-Dentins, Dentin-Röhrchen von der Central-Höhle i) entspringend,
k) Fibröse Scheide, der Hinterfläche des Stamm-Dentins aufgelagert.

Fig. 20. Längsschnitt aus dem basalen Ende der Anlage des Stamm-Dentins des Spinax-Stachels (Kpl. 25 cm).
Färbung: Eisenhaematoxylin — van Gieson.
Starke Vergrösserung.

a) Längsgelagerte Odontoblasten,
b) Dentin-Lamelle.

Fig. 21, 22, 23. Längsschnitte durch das basale Ende der Mantel-Anlage des Spinax-Stachels (Kpl. 25 cm).
Färbung: Haematoxylin-Eosin.
Starke Vergrösserung.

Fig. 21. Unterster Theil.

a) Beginnende Schmelzbildung,
b) Pigmentschicht der Cutis,
c) Tiefere Cutis-Lage,
d) Epithelscheide (von der Cutis abgeplatzt),
*) Umschlags-Stelle der Epithelscheide,
d_I) Inneres Blatt-Cylinder-Epithel,
d_{II}) Ausseres Blatt- geschichtetes Pflaster-Epithel.

Fig. 22. Etwas höhere Stelle.

a) Schmelz,
b) Pigmentschicht der Cutis,
c) Odontoblasten-Lamelle,
d_I) Inneres Blatt der Epithelscheide (vom Schmelz abgeplatzt),
d_{II}) Ausseres Blatt der Epithelscheide.

Fig. 23. Noch höhere Stelle (von einem Seiten-Rande des Spinax-Stachels, ohne Pigmentzellen).

a) Schmelz, z. Th. mit eingelagerten Kalksalzen bei *,
b) Dentin,
c) Odontoblasten,
d_I) Innere Lamelle der Epithelscheide,
d_{II}) Aussere „ „ „

Fig. 24. Taeniura lymna. Cuvier.
(Museums-Nro. 4659).

Fig. 25. Taeniura melanospila. Blecker.
(Museums-Nro. 11673)

Fig. 26. Myliobatis spec.
(Museums-Nro. D, 1932).

Fig. 27. Urolophus aurantiacus. M. H.
(Museums-Nro. D, 1931).

Fig. 28. Trygon brevicaudata. Hutton.
(Museums-Nro. D, 1929).

Tafel I.

Trygon.

Fig. 1.

Fig. 2.

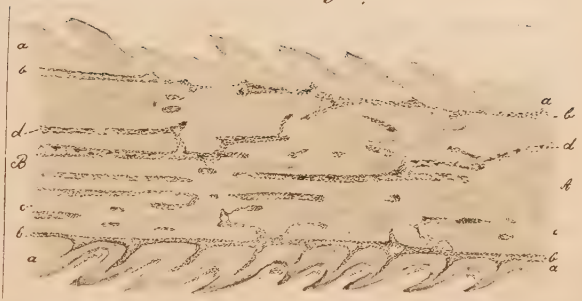


Fig. 3.

Fig. 4.

fec. Paula Guenther.

Königl. Hoflith. v. Hacker, Berlin, W

Tafel II.

Fig. 5

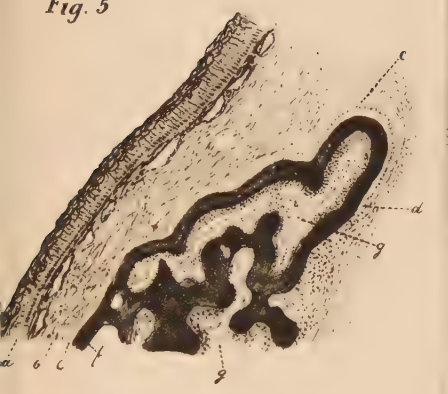
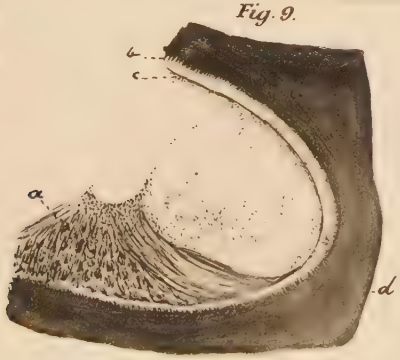


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.



gl. Hoflith. v. Hacker, Berlin W.

fec. Paula Guenther

Tafel III

Fig. 10a

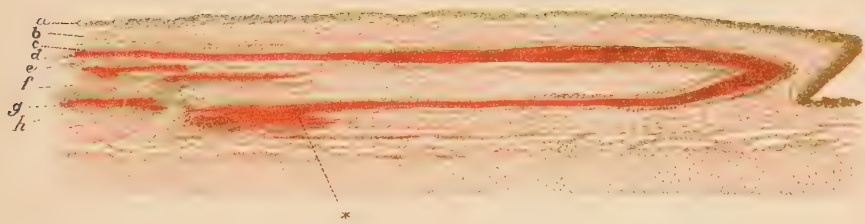
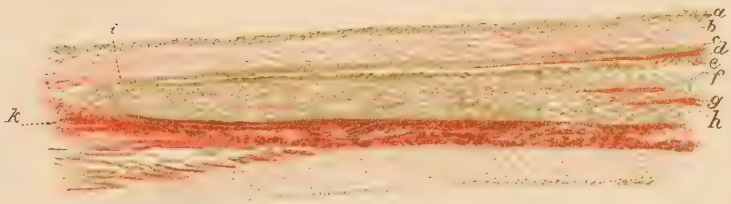
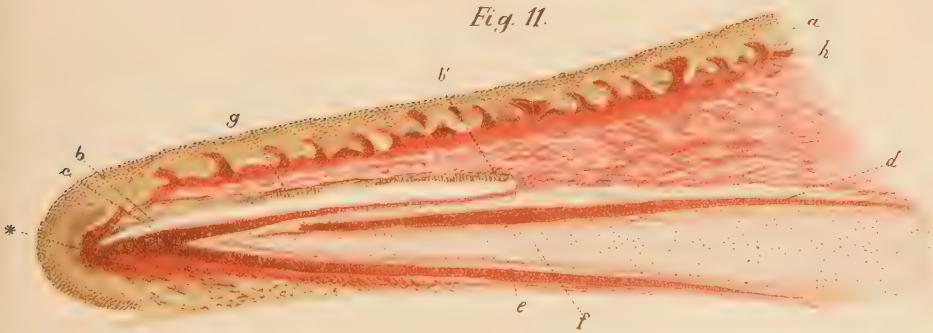


Fig. 10b



Spinax

Fig. 11.



nigl. Hoflith. Hacker, Berlin, W.

fec. Paula Guenther.

Tafel IV.

Fig. 13

Fig. 12

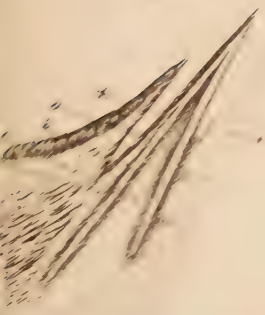


Fig. 14

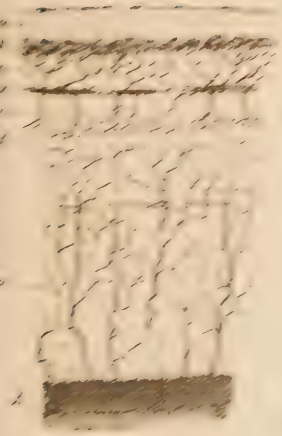
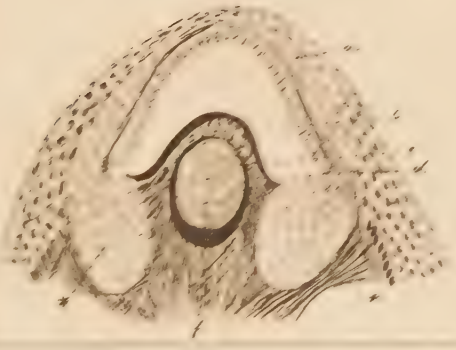


Fig. 15



Tafel V.

Fig. 16

Fig. 17

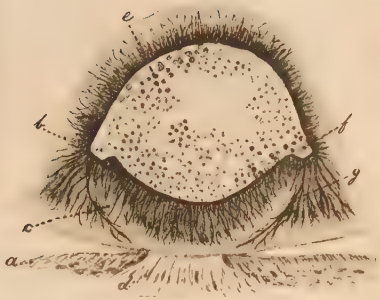


Fig. 18.

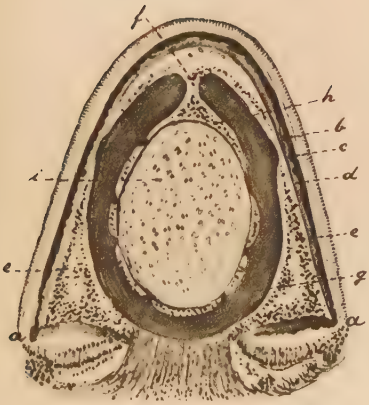
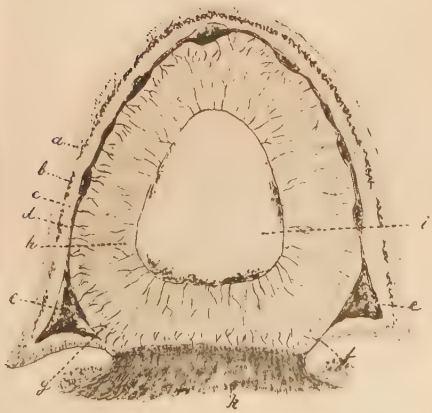


Fig. 19.



nigl. Hoflith. v. Hacker, Berlin, W.

fec. Paula Guenther

Tafel VI.

Fig. 20.

Fig. 21.

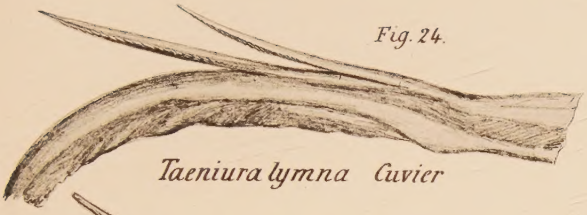
Fig. 22.

Fig. 23.

nigl. Hoflith. v. Hacker, Berlin W.

fec. Paula Guenther.

Fig. 24.

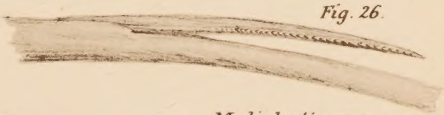


Taeniura lymna Cuvier

Fig. 25.

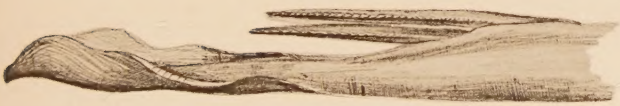
Taeniura melanospila Bleeker

Fig. 26.



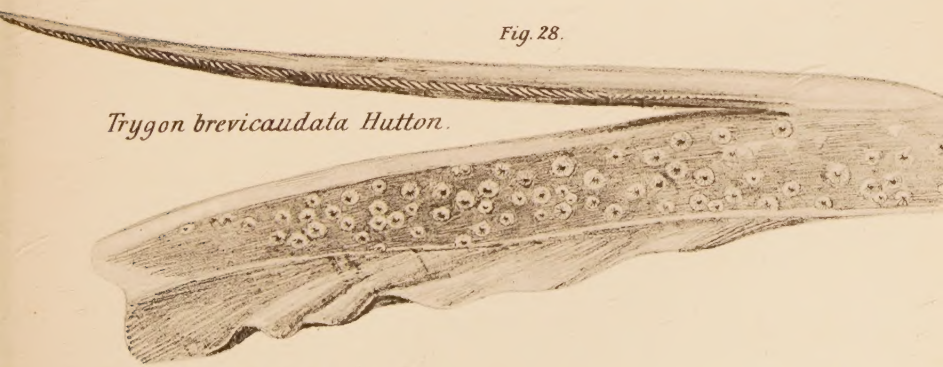
Myliobatis spec.

Fig. 27.



Urolophus aurantiacus M.H.

Fig. 28.



Trygon brevicaudata Hutton.

Königl. Hoflith. v. Hacker, Berlin, W.